

Aus dem Institut für Bodenkunde und Bodenerhaltung
und dem Tropeninstitut der Justus Liebig-Universität Gießen
Abt.: Bodenkunde und Bodenerhaltung
Abt.-Leiter Professor Dr. L. Jung

**Salzbewegung und Versalzungstendenz in einigen
zentralanatolischen Ackerböden unter dem Einfluß von
Bewirtschaftung und Bewässerung**

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
bei der Landwirtschaftlichen Fakultät
der Justus Liebig-Universität Gießen

eingereicht von
Mehmet Erençin
aus Ankara/Türkei

Gießen 1971



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41545914_0066

Aus dem Institut für Bodenkunde und Bodenerhaltung
und dem Tropeninstitut der Justus Liebig-Universität Gießen
Abt.: Bodenkunde und Bodenerhaltung
Abt.-Leiter Professor Dr. L. Jung

**Salzbewegung und Versalzungstendenz in einigen
zentralanatolischen Ackerböden unter dem Einfluß von
Bewirtschaftung und Bewässerung**

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
bei der Landwirtschaftlichen Fakultät
der Justus Liebig-Universität Gießen

eingereicht von
Mehmet Erençin
aus Ankara/Türkei

Gießen 1971

Dekan : Prof. Dr. R. Waßmuth

1. Berichterstatter: Prof. Dr. L. Jung

2. Berichterstatter: Prof. Dr. H. Weber

Tag der mündlichen Prüfung: 18. Juni 1971



**Meiner Frau
und meinem Sohn**

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Einleitung	7
2. Allgemeine Beschreibung der Untersuchungsgebiete	9
2.1 Geographische Lage, Klima und Topographie Zentralanatoliens	9
2.2 Geologie und Tektonik Zentralanatoliens ..	9
2.3 Die wichtigsten Böden der Untersuchungsgebiete nach HARVY OAKES	11
2.4 Die wichtigsten Merkmale der Böden des Untersuchungsgebietes	15
2.5 Vegetation und Bodennutzung in Zentralanatolien	16
2.6 Bewässerungsmethoden für Zuckerrüben in Zentralanatolien	18
3. Untersuchungsgebiet Çumra	20
3.1 Vegetation und Bodennutzung in Çumra	21
4. Untersuchungsgebiet Eskişehir	23
4.1 Vegetation und Bodennutzung in Eskişehir.	23
5. Untersuchungsmethoden für Böden und Grundwasser	25
5.1 Untersuchungsmethoden der Böden	25
5.1.1 Korngrößenbestimmung	25
5.1.2 Bestimmung der Bodenfarbe	25
5.1.3 Kapillare Aufstiegsgeschwindigkeit des Wassers.....	25
5.1.4 Bestimmung der Tonminerale (Röntgenanalyse	26
5.1.5 Kalziumkarbonatbestimmung	26
5.1.6 Bestimmung der organischen Substanz	26
5.1.7 Bestimmung des pH-Wertes	27
5.1.8 Bestimmung der elektrischen Leitfähigkeit	27
5.1.9 Bestimmung der wasserlöslichen Salze	27
5.1.10 Bestimmung der Austauschkapazität und der austauschbaren Kationen...	28

5.2 Beurteilung des Grund- und Bewässerungs-	
wassers	29
5.2.1 Kriterien zur Beurteilung des Be-	
wässerungswassers	29
5.2.2 Qualität und Klassifikation des Be-	
wässerungswassers	30
6. Untersuchungen zur Feststellung der Versalzung	
auf den Versuchsfeldern von Çumra	34
6.1 Beschreibung der Profile	34
6.1.1 Lage	34
6.1.2 Klima	34
6.1.3 Vegetation	35
6.1.4 Fruchtfolge	36
6.1.5 Bodenbearbeitung	36
6.1.6 Bewässerung	36
6.1.7 Düngung	37
6.1.8 Erträge	37
6.1.9 Profile	38
6.2 Durchführung der Probeentnahme	42
6.3 Kornverteilung im Untersuchungsgebiet ...	42
6.4 Kapillare Aufstiegsgeschwindigkeit des	
Wassers in den Böden von Çumra	43
6.5 Die Tonminerale der untersuchten Böden ..	44
6.6 Der organische Substanzgehalt der Böden	
von Çumra	45
6.7 pH-Werte der einzelnen Profile während des	
Untersuchungszeitraumes	47
6.8 Die Verhältnisse von Grund- und Bewässe-	
rungswasser zur Zeit der Probeentnahme...	47
6.8.1 Empfehlenswerte Wassermenge bei	
einer Bewässerung in Çumra	50
6.9 Leichtlösliche Salze.....	51
6.9.1 Salzbewegung in den Profilen im Be-	
obachtungszeitraum	53

6.10 Austauschkapazität und austauschbare Kationen zur Zeit der Probeentnahme	58
7. Diskussion der Ergebnisse und Vorschläge für eine zweckmässige Bewirtschaftung	60
8. Untersuchungen zur Feststellung von Versalzung auf den Versuchsfeldern von Eskişehir	73
8.1 Beschreibung der Profile	73
8.1.1 Lage	73
8.1.2 Klima	73
8.1.3 Vegetation	74
8.1.4 Fruchtfolge	74
8.1.5 Bodenbearbeitung	74
8.1.6 Bewässerung	75
8.1.7 Düngung	75
8.1.8 Erträge	76
8.1.9 Die Profile	76
8.2 Durchführung der Probeentnahme	81
8.3 Kornverteilung im Untersuchungsgebiet	81
8.4 Kapillare Aufstiegsgeschwindigkeit des Wassers in den Böden von Eskişehir	82
8.5 Tonminerale der untersuchten Böden	83
8.6 Die organische Substanz der Böden von Eskişehir	83
8.7 pH-Werte der einzelnen Profile während des Untersuchungszeitraumes	84
8.8 Die Verhältnisse von Grund- und Bewässerungswasser zur Zeit der Probeentnahme	84
8.8.1 Empfehlenswerte Wassermenge bei einer Bewässerung in Eskişehir	85
8.9 Leichtlösliche Salze und ihre Bewegung in den Profilen im Beobachtungszeitraum	86
8.10 Austauschkapazität und austauschbare Kationen zur Zeit der Probeentnahme	89

9. Diskussion der Ergebnisse und Vorschläge zur Verbesserung des Bodens	92
10. Zusammenfassung	99
11. Literaturverzeichnis	102

1. Einleitung

Die Türkei ist ein Agrarland. 71% der Bevölkerung finden ihren Lebensunterhalt in der Landwirtschaft. Der Schwerpunkt des Aus-
senhandels liegt somit auf Agrarprodukten. 20% der Bodenfläche der Türkei sind fast eben, mit Neigungen unter 15%. Da die Acker-
fläche nicht nur 20% sondern 30% einnimmt, wird ein Großteil des Ackerbaues auf steilen Hangflächen betrieben (H.OAKES-ARIKOK 1958).

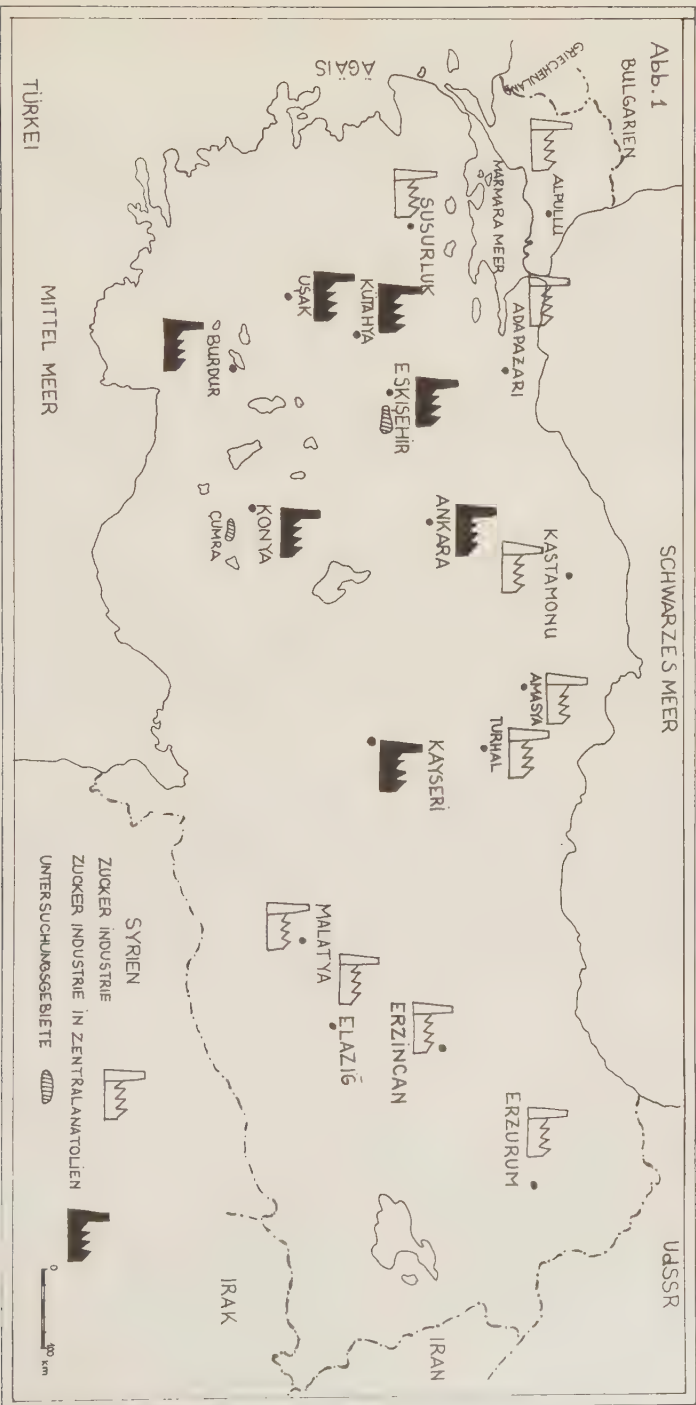
Die Wachstumsrate der Bevölkerung beträgt 3%, so daß jährlich 1.05 Mill. Menschen mehr versorgt und ernährt werden müssen. Mit den extensiven Anbaumethoden, die im größten Teil des Landes üblich sind, ist es nicht möglich, diese große Nahrungslücke zu decken. Das führt dazu, daß die Türkei den Jahr für Jahr wachsenden Bedarf an dem Hauptnahrungsmittel Weizen aus dem Ausland einführen muß. Nach einem Bericht des türkischen Handelsministeriums war für das Jahr 1970 ein Import von 850.000 t Weizen vorgesehen, davon 150.000 t aus den EWG Ländern und 700.000 t aus den USA.

In den letzten Jahren wurde die Ackerfläche auf Kosten der Weide und des Waldes ausgedehnt. Da beim Hangbau die notwendigen Maßnahmen nicht beachtet wurden, unterliegen jetzt 80% der Gesamtoberfläche des Landes starker Erosionsgefahr.

Man bemüht sich, das Land intensiver zu bewirtschaften. Da aber der größte Teil Zentralanatoliens ein semiarides Klima hat (250 - 350 mm Niederschlag) mit trockenen Sommermonaten, sehr geringer Luftfeuchtigkeit und viel Windbewegung, ist die Verdunstung aus dem Boden außerordentlich groß. Das Wasser gerät sehr schnell ins Minimum. Bei intensiver Bewirtschaftung muß es in den Sommermonaten künstlich zugeführt werden.

In Zentralanatolien ist der Getreideanbau vorherrschend. Er wird ohne Bewässerung mit Schwarzbrache durchgeführt. Die Erträge sind daher weitgehend vom Frühjahrsregen abhängig. Wenn dieser bis Mitte Juni reichlich fällt, ist mit einer guten Ernte zu rechnen. Das gilt insbesondere für die guten Talböden (ova), alluvialer Herkunft. Die steilen Hanglagen dagegen sind dermaßen erodiert, daß ein guter Frühjahrsregen die Leistung des Bodens nicht erhöht, sondern meist zu einem stärkeren Bodenabtrag führt.

Abb. 1



Die Durchschnittserträge der Jahre 1960 - 65 brachten folgende Ergebnisse:

Weizen 12 dz/ha, Gerste 13 dz/ha, Mais 14 dz/ha, Tabak 8 dz/ha, Kartoffeln 100 dz/ha, Zuckerrüben 220 dz/ha. Aus diesen Zahlen ergibt sich die Tatsache, daß in der Türkei pro Flächeneinheit ungefähr zweieinhalbmals weniger herausgewirtschaftet wird als z.B. in der Mittelschweiz, deren durchschnittliche Höhe über NN etwa den Verhältnissen in Anatolien entspricht.

In Zentralanatolien hat der Zuckerrübenanbau in den letzten 25 Jahren stark zugenommen. In diesem Gebiet befinden sich 7 der 17 türkischen Zuckerfabriken. Der durchschnittliche Ertrag liegt bei 220 dz/ha mit einem Zuckergehalt von 18 - 21% (K.O.LENZ 1967) (Abb.1).

Da der Wasserbedarf von Zuckerrüben mit 600 mm beziffert werden kann, müssen die Felder des oben besprochenen Gebietes unbedingt bewässert werden. Die trockenen Klimaverhältnisse begünstigen eine sekundäre Versalzung, so daß vielfach unsachgemäße Bewässerung den Salzgehalt im Oberboden auf alarmierende Werte hat ansteigen lassen.

Die vorliegende Arbeit hat zur Aufgabe, auf den Versuchsfeldern der Türkischen Samenzucht- und Vermehrungsanstalt (Türk Tohum Üretme A.Ş.) in Çumra und Eskişehir die Versalzungstendenz in Abhängigkeit von Boden, Bewässerung und Düngung zu erfassen und aus den gegebenen Faktoren und den Untersuchungsergebnissen praktische Vorschläge zur Bodenerhaltung abzuleiten.

Tabelle 4

Einige Klimadaten aus vier verschiedenen Stationen in Zentralanatolien

Ankara (850 m über NN - 25jährig.M. -)					Eskişehir (790 m über NN - 22jährig.M)				
Monate	Temp. °C Ø	Absolute Max.	Temp. °C Min.	Niederschlag in mm Ø	Temp. °C Ø	Absolute Max.	Temp. °C Min.	Niederschlag in mm Ø	
Dezember	2.2	6.1	- 1.3	48.2	1.9	6.0	- 1.9	48.2	
Januar	0.7	3.4	- 4.5	32.4	0.8	2.9	- 4.7	39.2	
Februar	0.5	5.0	- 3.6	31.2	0.5	5.1	- 4.0	36.1	
Winter				111.8				123.5	
März	4.8	10.6	0.6	32.5	4.2	10.5	1.6	29.3	
April	11.2	17.6	4.6	31.2	10.2	17.2	3.2	33.8	
Mai	16.3	22.6	9.5	48.5	15.2	22.1	7.9	49.1	
Frühjahr				112.7				112.2	
Juni	20.1	26.7	12.4	25.7	18.6	25.9	10.6	33.9	
Juli	23.2	30.0	15.1	12.5	21.3	28.7	12.9	12.6	
August	23.3	30.3	15.3	10.1	21.2	28.9	13.0	5.7	
Sommer				48.3				52.2	
September	18.5	25.7	11.2	15.3	16.8	25.0	9.1	17.4	
Oktober	13.1	20.3	6.6	22.5	12.1	20.1	5.0	23.6	
November	7.5	13.4	2.5	30.8	6.8	13.0	1.4	32.8	
Herbst				68.6				73.8	
				Σ 340.9				Σ 361.7	

Konya (1030 m über NN - 22jährig.M. -)					Kayseri (1040 m über NN - 19jährig.M)				
Monate	Temp. °C Ø	Absolute Max.	Temp. °C Min.	Niederschlag in mm Ø	Temp. °C Ø	Absolute Max.	Temp. °C Min.	Niederschlag in mm Ø	
Dezember	1.8	6.6	- 2.7	40.7	1.1	6.6	- 3.7	31.7	
Januar	- 0.9	3.9	- 5.3	44.4	- 2.2	3.1	- 7.5	39.6	
Februar	1.0	6.3	- 4.0	32.2	- 0.4	5.1	- 5.5	33.9	
Winter				117.3				105.2	
März	4.8	11.0	- 1.4	29.6	3.9	10.2	- 2.2	36.8	
April	11.1	17.4	3.7	33.2	10.4	15.9	2.3	50.6	
Mai	16.0	22.3	8.3	45.4	15.6	22.8	7.0	47.3	
Frühjahr				108.2				134.7	
Juni	19.7	26.2	11.6	24.7	19.5	27.1	9.5	32.3	
Juli	23.0	29.7	14.6	6.1	22.5	30.4	11.6	6.6	
August	23.0	30.1	14.7	3.0	22.1	30.5	11.0	9.8	
Sommer				33.8				48.7	
September	18.1	25.6	10.0	14.5	17.3	26.1	7.2	16.9	
Oktober	12.6	20.3	5.2	30.7	11.8	19.8	3.3	26.1	
November	6.8	13.3	0.8	31.0	6.1	13.6	- 0.1	31.6	
Herbst				76.2				74.6	
				Σ 335.5				Σ 363.2	

2. Allgemeine Beschreibung der Untersuchungsgebiete

2.1 Geographische Lage, Klima und Topographie

Beide Untersuchungsgebiete Çumra und Eskişehir liegen in Zentralanatolien. Die durchschnittliche Höhe dieser Hochebene steigt in West-Ost Richtung von 500 m zunehmend bis 1400 m über NN. Die parallel zu den Küsten verlaufenden Gebirgszüge des Pontus im Norden und des Taurus im Süden schirmen das Hochland vom Einfluß der Meere weitgehend ab. Es besteht daher ein Klima mit kontinentalem Charakter. Die stabilste, d.h. in jedem Jahr mit großer Gleichförmigkeit ablaufende Jahreszeit, ist der heiße und trockene Sommer. Die Winter sind wechselhaft mit milden und kälteren Perioden. Eine während des ganzen Winters liegende Schneedecke ist nicht die Regel. Die Temperaturen können sehr schnell ansteigen, so daß der Übergang zum Sommer recht kurz ist.

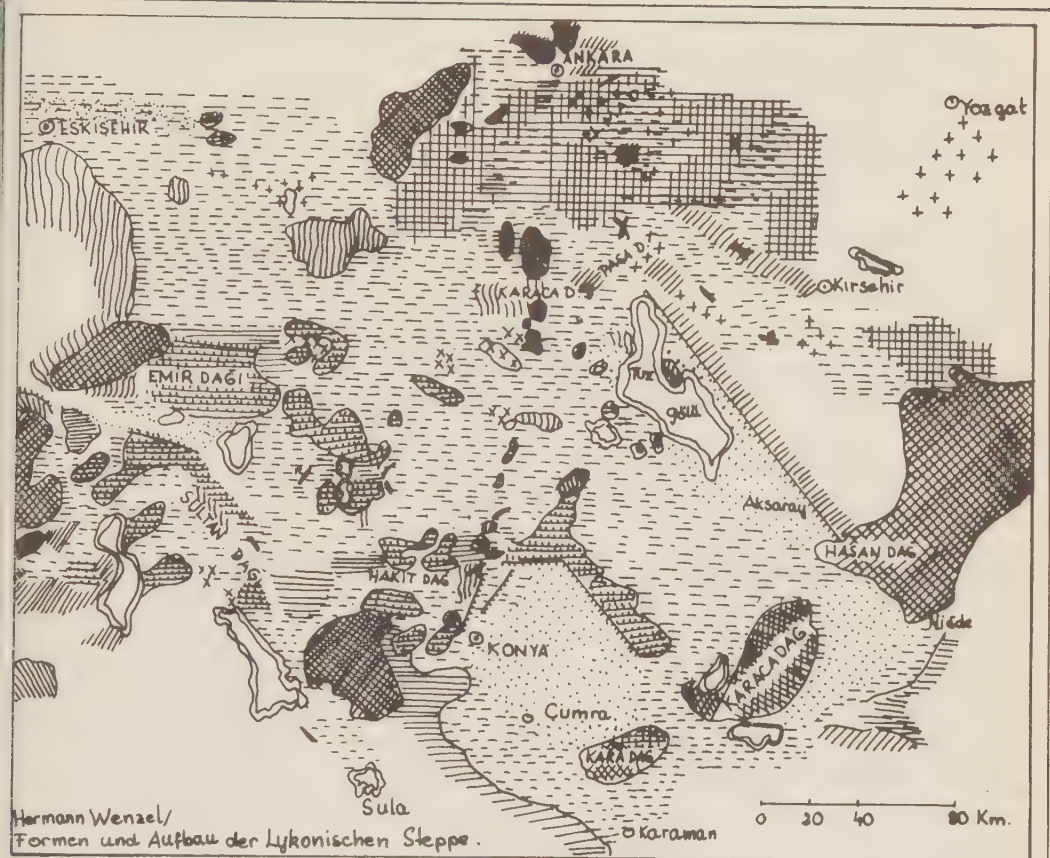
In den Monaten Juli, August und September stehen nur minimale Niederschläge zur Verfügung. Gegen Ende September wird der Herbst durch ein plötzliches Absinken der Temperaturen eingeleitet, manchmal in Verbindung mit Gewittern. Tagsüber herrschen zwar dann noch längere Zeit Temperaturen um 25°C, aber nachts kühlt es erheblich ab. Bis weit in den November hinein gibt es noch viel Sonne, während nachts schon Strahlungsfröste vorkommen können.

Langjährige Mittel der durchschnittlichen Niederschläge und Temperaturen von weit auseinanderliegenden Beobachtungsstationen in Zentralanatolien zeigen geringe Unterschiede (Tabelle 1).

2.2 Geologie und Tektonik Zentralanatoliens

Zentralanatolien ist ein in sich stark gegliedertes Hochland (800 - 1000 m NN). Das Gebiet um Konya, eine große abflußlose Senke, ist der hochgehobene Boden eines jungmiozänen Binnenmeeres, aufgetrieben durch plutonische Massen, die infolge nördlichen Druckes beim Einbruch des Balkan-Kaukasus zum Schwarzen Meer und Kaspischen Meer einen Ausweg nach Süden suchten.

Gegen Ende des Pliozäns sank die Konya - Çumraebene in Staffelfröhen zum Teil unter Abschleppung transgredierender Ablage-



Der Aufbau der mittelanatolischen Steppe

Palaeozoischer
und
vorpalaeozyischer
Unterbau

Kristalline und
metamorphe Schiefer
Marmore und Grün-
Schiefer.

Wenig oder garnicht
metamorphe Schiefer,
Sandsteine, Kalke,
Quarzite.

Mesozoikum und
Altärtier

Gefaltetes
Mesozoikum
i. Allgemeinen

Kalkdecke der
Oberkreide

Alttertiär

Neogene Verwerfungen
und steile Flexuren

Deckschichten

Neogen

Junge
Beckenfüllungen

Streich- und
Fallrichtungen

Magmatische
Gesteine

++ Granit

xx dunkle
Tiefen-
gesteine

Junge
Erguss-
gesteine
und
Tuffe.

rungen ein, während zugleich Trachyte an der Abrißstelle der Haut aufstiegen. Dieser Vorgang spielte sich echt vulkanisch ab. Tuffe mit Bomben, Lapilli, Obsidianen, Lipariten und Lava, wie auch Konglomerate wurden horizontal geschichtet.

Zur Diluvialzeit entstanden in dem vom Beyşehirsee getrennten Konya-Çumraee Uferterassen, die noch heute zwischen Sile und Yaylataş zu beobachten sind.

In der Alluvialzeit bestanden bis vor einigen hundert Jahren noch Winterseen und Sumpfgebiete, als der Suğlasee schon seinen unterirdischen Abfluß durch den Taurus bei Avran gefunden hatte. Bei Çayırbağlı Çiftliği befindet sich die letzte Uferböschung des Konya Restsees, der heute noch dauernd Wasser führt, den Grundwasserspiegel der Konyaebene representierend (HOFFMANN 1925).

Nach den paläographischen Angaben erlebten die heutigen Trockengebiete einst eine pluviale Periode.

Heute hat Inneranatolien massiven Charakter aus metamorphen Grundgebirge und wahrscheinlich paläozoischen Quarziten, Kalkschiefern, Marmoren mit Intrusionskörpern, teilweise noch schwach gefalteten Transgressions-Sedimenten des Eozäns und jungem Vulkanismus. Es liegt kein einheitlich starres Massiv vor, sondern eher ein Komplex von mehreren verschieden stark bewegten Schollen (LEUCHS, K. 1939).

Die Ablagerungen um das Untersuchungsgebiet stammen aus folgenden geologischen Epochen: Pleistozän, Pliozän, Oligozän, Miozän, Paleozän, Eozän und Kreide. Die beigelegte geologische Karte wurde von HERMANN WENZEL (1935) angefertigt (Abb.2).

Die Talsohle der Çumra- Konyaebene besteht aus Mergel, welche mit jungen Beckenfüllungen zugedeckt sind. Die Kreide hinterließ diese kalkhaltigen Sedimente, die durch Konsistenz, Farbe und Kohlenstoffgehalt differenziert sind. Heute stößt man zwischen 0.8 und 1.5 m Tiefe auf diese Beckenfüllung. Am westlichen Rand der Çumraebene findet man Schiefer, Sandsteine, Kalke und Quarzite paläozoischer Abstammung. Zwei alte Vulkane Karadağ im Süden und Karacadağ im Osten bestehen aus jungen Ergussgesteinen und Tuffen. Die Kalke im Norden der Çumraebene stehen als Kalkstein an. Das Wasser vom Beyşehirsee fließt durch kanionartig ausgespülte

Miozänkalke nach Osten.

Das Untersuchungsgebiet Eskişehir liegt ebenso auf jungen Beckenfüllungen, die im Norden von Kalksteinen und im Süden von methamorphen Schiefern und Marmoren paläozoischer Abstammung begrenzt sind.

2.3 Die wichtigsten Böden der Untersuchungsgebiete nach HARVY OAKES

Als bodenkundliche Unterlage wurde die Bodenkarte der Türkei von HARVY OAKES 1: 800000 und die vom gleichen Verfasser erarbeiteten Erläuterungen herangezogen. OAKES verwandte zur Klassifikation der Böden das US.Klassifikationssystem von 1938.

Durch die starke Bodenerosion in Zentralanatolien ist der Anteil zonaler Böden sehr gering und ihr Vorkommen auf stabile alte Ebenen beschränkt. Den größten Anteil nehmen dagegen intrazonale und besonders junge azonale Böden ein. Große Teile der Landschaft bestehen entweder aus Gestein, das von der Erosion freigelegt wurde, oder aus Ablagerungen der Wind- und Wassererosion (Dünen, Alluvialfächer etc).

Die landwirtschaftlich besten Böden in dieser Gegend sind auf Erosionsablagerungen zu finden, wie auch die Versuchsflächen, die wegen ihrer tiefen Lage im Gelände meist leicht zu bewässern sind.

In ariden Landschaften ähneln sich zonale, intrazonale und azonale Böden mehr als das sonst der Fall zu sein pflegt, was durch die überragende Bedeutung des Faktors Wasser bedingt ist (A.FINK 1963).

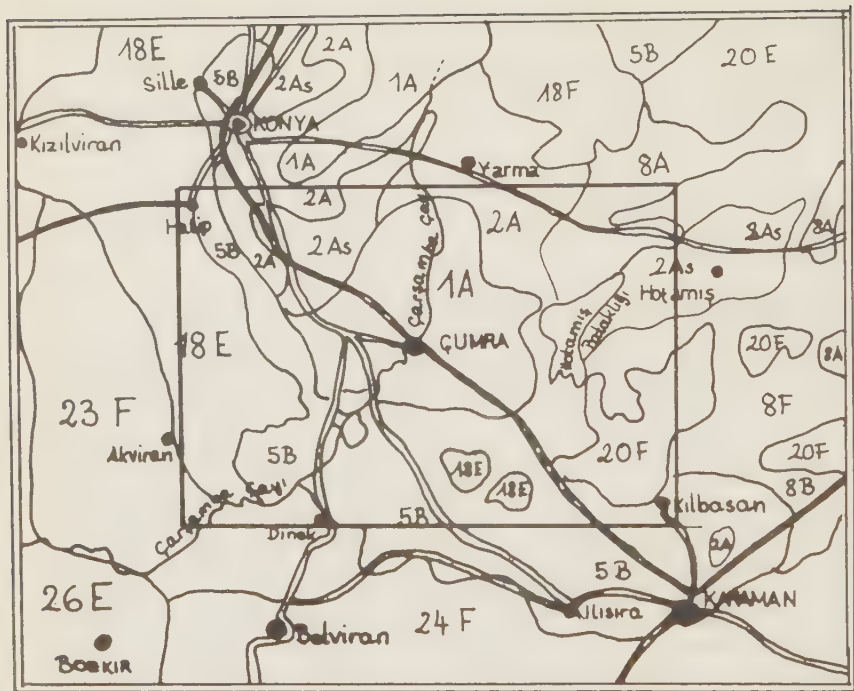
Die großen Bodengruppen der Untersuchungsgebiete werden von OAKES wie folgt angegeben.

(Abb.3, 4).

1 A Alluviale Böden:

Diese meist sehr jungen azonalen Böden befinden sich in perio-

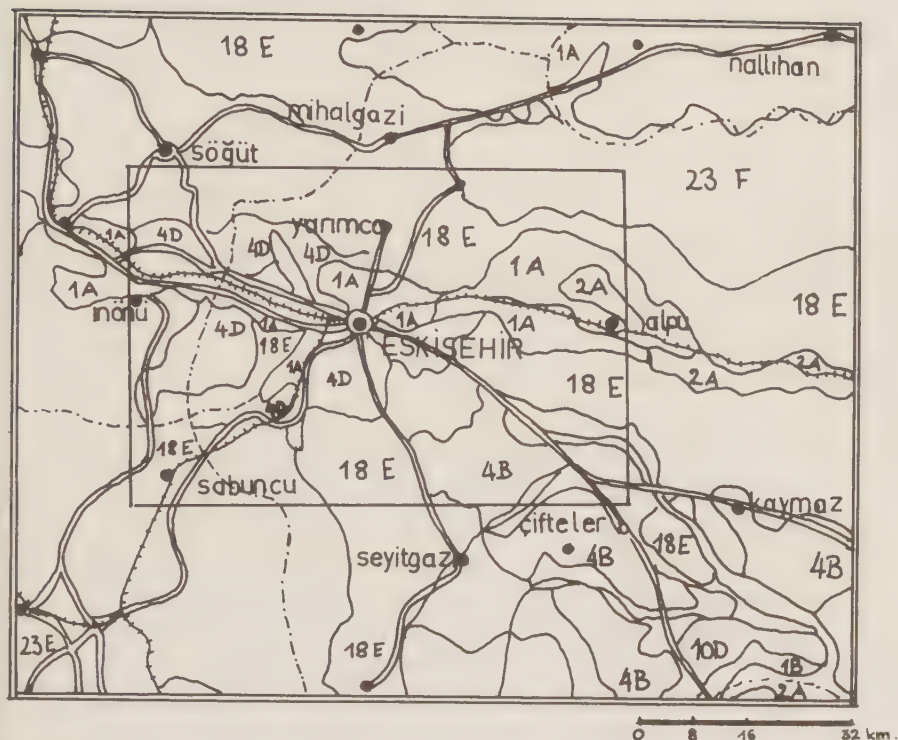
Abb. 3



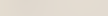
Bodenkarte des Konya und Çumra Gebietes. ¹⁶ 32 km.
(nach Harvey Oakes) 1958.

- Landstr. 1A Alluviale Böden
- Eisenbahn. 2A Hydromorphe Alluvialböden.
- 2As Hydromorphe Salzböden auf Alluvium.
- 18E Sehr steiles Gelände mit braunen Böden.

Abb: 4



Die Bodenkarte des Eskişehir Gebietes nach Harvy Oakes 1958

- | | |
|---|---|
|  Landstr. | 1A Alluviale Böden |
|  Eisenbahn. | 2A Hydromorphe Alluvialböden |
|  Bezirksgrenzen | 4D Braune Böden mit einem Gefälle von 8-15% |
| | 18E Sehr steiles Gelände mit braunen Böden. |
| | 23F Sehr steiles Gelände mit braunen Waldböden. |

disch überschwämten Ebenen. Auch die Böden Zentralanatoliens, die einst von großen Binnenseen bedeckt waren, werden dieser Bodengruppe zugeordnet. Oft sind die alluvialen Böden so jung, daß sie weder eine natürliche Vegetation, noch ein ausgeprägtes Profil besitzen. Sie sind aber die ertragreichsten und die am intensivsten bewirtschafteten Böden der Türkei.

OAKES unterteilt in: 1 A Alluviale Böden
2 A Hydromorphe alluviale Böden
2 As Hydromorphe Salzböden auf Alluvium

Profilbeschreibung eines Profils zwei Kilometer östlich von den Versuchsfeldern in Çumra, ausgegraben im Dezember 1952 (nach OAKES).

Tiefe in cm

0 - 20	Braun (trocken 7.5 YR 5/4; feucht 7.5 YR 4/4) mittel krümeliges Gefüge, in nassem Zustand plastisch und sehr klebrig, sehr kalkhaltig, wobei der Kalkgehalt mit der Tiefe zunimmt.
20 - 45	Braun (trocken 8 YR 5/4; feucht 7.5 YR 3.5/2) blockige Struktur mit abgerundeten Kanten und krümelig, in feuchtem Zustand leicht zu zerkleinern, in nasser Form plastisch, sehr klebrig, sehr kalkreich.
45 - 140	Gelblichbraun (trocken 10 YR 5/4; feucht 10 YR 4/4) strukturmäßig wie 20 - 45 cm, sehr kalkreich, einzelne weiche CaCO_3 -Konkretionen.
140 - 180	Hell gelblichbraun (trocken 10 YR 6/4; feucht 10 YR 5/4) Ton, oder schluffiger Ton; sehr kalkreich; ab 175 cm mit Wasser gesättigt. Grundwasserstand im Dezember 175 cm.

2 A Hydromorphe Alluvialböden:

Diese azonalen Böden leiden wegen ihrer schlechten Durchlässigkeit den größten Teil des Jahres unter Staunässe. Sie sind grau bis hellgrau und in Zentralanatolien oft zu finden. Die hydromorphen Alluvialböden sind vorwiegend mit Wiesen bedeckt und zeigen alkalische Reaktion.

Folgende Profilbeschreibung 20 km nördlich von Konya, mag diesen

Bodentyp erläutern:

Nutzung: Weide

Durchlässigkeit: schlecht

Grundwasserstand im November: 95 cm

Durchwurzelung: 0 - 60 cm Tiefe, stark

Profilbeschreibung:

Tiefe in cm

- 0 - 20 (trocken graubraun 2.5 Y 5/2; feucht hell grünbraun 2.5 Y 5/4) sandig schluffig; in nassem Zustand wenig plastisch; kalkreich.
- 20 - 60 (trocken braun 2.5 Y 5/2; feucht grünlich braun 2.5 Y 4/4) in nassem Zustand wenig klebrig und plastisch; kalkreich.
- 60 - 90 (trocken hellgrau 2.5 Y 6/2; feucht grünlich braun 2.5 Y 5/4) schluffig; nass: klebrig und plastisch; kalkreich.

2 As Hydromorphe Salzböden auf Alluvium:

In den hydromorphen alluvialen Salzböden zeigt sich auf Grund der schlechten Durchlässigkeit des Reliefs und der Klimabedingungen eine mehr oder weniger ausgeprägte Bodenversalzung. Die Konzentration der löslichen Salze liegt im Boden so hoch, daß Kulturpflanzen nicht angebaut werden können. Sogar viele salzresistente Pflanzen können sich auf solchen Böden nicht vollständig entwickeln. Die Kombination der löslichen Salze ist verschieden. Vorwiegend kommen Sulfate und Chloride von Kalzium, Magnesium und Natrium vor. Die auf der Konyaebene entstandenen Versalzungen sind auf die salzhaltigen alten Binnenseeablagerungen zurückzuführen. Diese salzreichen Schichten treten überall in verschiedenen Tiefen auf. Aus diesem Grunde müssen die Bewässerungen sehr vorsichtig durchgeführt werden, da die der Oberfläche naheliegenden Salze durch die kapillare Aufstiegskraft des Wassers leicht bis in Wurzelhöhe gefördert werden. Die Melioration solcher Versalzungen ist sehr kostspielig und unrentabel.

Beschreibung eines Profils bei Çumra, welches zwei Kilometer südwestlich von Hotamiş Richtung Çumra aufgegraben wurde:



- | | |
|--|--|
|  Grauer oder brauner Steppenboden. |  Skelettboden mit podsoligen Böden. |
|  Sümpfe. |  Ausböden und Böden in Flussmarschen. |
|  Skelettböden mit Rendzina. |  Salzböden |
|  Skelettböden mit Roterde. |  Unbekannt. |

Schematische Karte der Bodentypen West- und Zentralanatoliens (nach F. Giesecke, 1930).

Das Gelände ist flach; Bodennutzung: Weide; Vegetation aus salz-resistenten Pflanzen; Durchlässigkeit der Böden sehr schlecht; Grundwasserstand im August: 120 cm; Durchwurzelung 0 - 60 cm Tiefe: stark.

Profilbeschreibung:

Tiefe in cm

0 - 30	(trocken: grünlichbraun 2.5 Y 5/4; feucht: grau-braun 2.5 Y 5/2) schluffig; in nassem Zustand leicht klebrig und plastisch; trocken: brüchig; kalkreich.
30 - 60	(trocken: graubraun 2.5 Y 5/2; feucht: dunkelbraun 2.5 Y 4/2) nass: klebrig und plastisch; trocken: sehr hart; kalkreich.
60 - 90	(trocken: grünlichbraun 2.5 Y 5/2; feucht: hell-braun 2.5 Y 5/4) schluffig; nass: klebrig und plastisch; trocken: hart; kalkreich.
90 - 120	(trocken: grünlichbraun 2.5 Y 5/2; feucht: hell-braun 2.5 Y 5/4) schluffig; nass: klebrig und plastisch; trocken: fest; kalkreich.

Die Böden der Versuchsflächen in Çumra und Eskişehir fallen nach der Einteilung von OAKES unter 1 A (junge alluviale Böden mit 0 - 1% Gefälle).

F.GIESECKE (1930) bezeichnete in seiner schematischen Boden-karte (Abb.5) West- und Zentralanatoliens die Böden um Çumra als graubraune Steppenböden und die Böden um Eskişehir als Aueböden und Böden in Flußmarschen.

2.4 Die wichtigsten Merkmale der Böden des Untersuchungsgebietes

Wie aus den Klimadaten für das Untersuchungsgebiet hervorgeht, sind nur geringe Niederschläge zu erwarten. In Eskişehir 370 mm und in Çumra 235 mm. Die Niederschläge sind nicht über das Jahr verteilt, sondern sie fallen während der kühleren Winter- und Frühjahrsmonate. Die chemischen Reaktionen, die zur Bodenbildung führen, verlaufen daher sehr viel langsamer als z.B. in gemäßigten Klimabereichen. GANSSEN (1968) bezeichnet dieses Klima als Klima mit allgemein geringer bodenbildender Kraft. Hinzu kommt das Ausgangsgestein als Faktor, das ausschließlich als kalkhaltige Sedimente in Form von festen Kalken, Kalksteinen oder Mergeln vorliegt. Infolge unterschiedlicher Härte ist die Verwitterung bei den weichen Mergeln weiter fortgeschritten als bei den festen Kalken, die der Verwitterung einen stärkeren Widerstand entgegensetzen.

Die periodische Durchfeuchtung in den Wintermonaten bedingt eine geringe Entkarbonatisierung des Oberbodens, in dem das CaCO_3 als $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ eine kurze Strecke vertikal im Boden wandern kann, um dann als CaCO_3 wieder ausgefällt zu werden. Durch seitliche Stoffverlagerung unbeeinflusste Profile zeigen daher vom Ap-Horizont bis in den C-Horizont eine Zunahme des CaCO_3 -Gehaltes. Die zeitweilige Durchfeuchtung kann außerdem eine Tonmineralbildung durch Umwandlung der silikatischen Anteile des Muttergesteins bewirken.

Böden im Untersuchungsgebiet Çumra

Die Böden um Çumra wurden von F.GIESECKE (1930) in einer schematischen Bodenkarte von West- und Zentralanatolien unter die Graubraunen Steppenböden eingeordnet. Mit unseren Untersuchungsergebnissen stimmen die Eigenschaften dieses Bodentyps auch überein. GANSSEN (1968) beschreibt diese Böden mit folgenden Angaben:

Braune und Graue Halbwüstenböden der winterkalten Zone (125 - 250 mm jährliche Niederschlagssumme).

Die Vegetation besteht aus Artemisia-Arten, Eurotia, Pyrethrum spec.. Der Humusgehalt ist auf 1 - 2% abgesunken. Die Kalkauslaugung der obersten Bodenschichten liegt im Mittel oberflächlicher als in den Kalkgebieten. Die Profile der Halbwüstenböden enthalten einen nur geringmächtigen, hellgelblich grauen bis hellbraunen A-Horizont, einen schweren dichten oft klumpigen B-Horizont, der im unteren Teil bereits CaCO_3 und CaSO_4 enthält. Spaltenbildung nach intensiver Austrocknung ist oft zu finden.

Böden im Untersuchungsgebiet Eskişehir

F.GIESECKE bezeichnet die Böden um den Sakarya- und Porsukfluß bei Eskişehir als Aueböden (Karte 5). Wie alle Flußtäler in Anatolien sind auch die von Sakarya- und Porsukfluß durch Aufschüttungsschichten gekennzeichnet. Der Tonanteil in den oberen Bodenschichten liegt höher als in den unteren. Ab 80 cm Tiefe erreicht der Sandanteil bis zu 50%. Das ganze Profil ist vollkommen stein- und kiesfrei. Nach Untersuchungsergebnissen und Profilbeschreibungen könnte man diese Böden in die Gruppe der Seroseme eingliedern.

GANSSEN (1968) fügt zu den Serosemen folgendes hinzu:

"Seroseme befinden sich gegenüber den Braunen und Grauen Halbwüstenböden in den winterwärmeren Klimabereichen, mit einem Jahresniederschlag von 400 mm."

Die Vegetation besteht ebenso wie in Çumra aus der Trockenheit angepaßten Arten. Der Humusgehalt beträgt 80 t/ha. Die Reaktion der Böden ist alkalisch, und sie sind reich an Kalziumkarbonat.

2.5 Vegetation und Bodennutzung in Zentralanatolien

Im Laufe der letzten zwei Jahrzehnte wurden unübersehbare Weideflächen - vom Marmarameer bis ins steppige Hochinneranatolien in Ackerland umgewandelt, darüber hinaus hat sich

der Viehbestand stark erhöht. Die Folge ist eine Überweidung der Restfläche und damit eine überall feststellbare Bodenzerstörung, die sehr kostspieliger Korrekturen bedarf. Stallfütterung und systematischer Futterpflanzenanbau hat sich noch nicht überall durchgesetzt, was auch in Ermangelung von Saatgut kaum möglich ist.

Man zählt heute in der Türkei etwa 35 Millionen Schafe, ebensoviele Ziegen und 14 Millionen Rinder. Leider verursachen die Ziegen schwere Schäden an Vegetation und Boden, so daß vernünftigerweise die Ziegenhaltung eingeschränkt werden sollte. Internationale Expertenkommissionen haben schon vor vielen Jahren gefordert, den Weideviehbestand, gleichgültig welcher Art, um ein Drittel zu vermindern. Ferner müßte unrationell bewirtschaftetes Ackerland wieder in Weideland zurückfallen, das mit Hilfe künstlicher Bewässerung fruchtbarer gestaltet werden könnte, wenn dies technisch noch möglich ist.

Die Waldbestände sind in den letzten Jahren trotz verhältnismäßig guter Forstwirtschaft sehr zurückgegangen. In Inner- und Ostanatolien ist der Wald ganz vernichtet, oder bis auf kleine Reste vollkommen verschwunden. Die fast gänzlich dem Staat gehörende zehn Millionen Hektar große Waldfläche ist zu zwei Drittel stark degradiert. Der Wald dient in erster Linie der Brennholzgewinnung, da und dort der Gewinnung von eher minderwertigem Bauholz, zur Hauptsache jedoch trotz Verbot als bevorzugter Viehweideplatz.

Die in der letzten Zeit vorgenommenen Aufforstungsarbeiten sind nicht einmal ausreichend, um den Verlust der durch Fahrlässigkeit entstandenen und willkürlich vorgenommenen Waldbrände zu decken. Es sei hier wiederholt bemerkt, daß die Sanierung des türkischen Waldes und der ganzen Natur weniger eine Geldfrage, als viel mehr ein völkisches Erziehungsproblem ist. Die Begriffe "Natur" und "Ausbeutungsquelle" sollten im Lande künftig klarer als bisher getrennt werden. Es darf nicht vergessen werden, daß sich der verbesserten rationellen Forstwirtschaft ein sehr großer Absatzmarkt im Lande bietet. Das beweisen seit Jahren die vielen, oft sehr kleinen Pappelplantagen an den Flüssen und Bächen, die als Bauholzquellen zu den rentabelsten Unternehmen der türkischen Wirtschaft gehören.

2.6 Bewässerungsmethoden für Zuckerrüben in Zentralanatolien

Rund 60% der Gesamtrübenfläche in der Türkei werden bewässert. Ausnahmen bilden Flächen mit hohem Grundwasserstand und solche Anbaugebiete, die unter dem Einfluß feuchter Meeresluft stehen. In den Gegenden, die nicht bewässert werden können, wird ein verhältnismäßig unsicherer Trockenanbau betrieben. Die Einschaltung eines Brache-Jahres zur Wasserspeicherung im Boden hat in solchen Gebieten eine akute Bedeutung.

Die Methodik der Bewässerung ist durch das Fehlen fachgerecht planierter Flächen gekennzeichnet. Die übliche Bewässerungsart ist daher das sog. "salma su". Hierbei leitet man das Wasser zum höher gelegenen Feldrand hinein, von wo aus es sich selber seinen Weg sucht. Dabei wird mit der Schaufel nachgeholfen, damit möglichst alle Stellen des Feldes durchtränkt werden. Glaubt man, der Boden sei durchfeuchtet, so wird die Wasserzufuhr gesperrt. Es handelt sich bei dieser Handhabung um eine Überrieselung, bei der dem Boden große Wassermengen einverleibt werden. Gleichzeitig wird die Oberfläche völlig verschlammmt und bei glühendem Sonnenschein nach wenigen Tagen in eine dichte harte Tenne verwandelt. Bald trocknet der Boden wieder so stark aus, daß je nach Trockengehalt breite Schrumpfrisse entstehen, die auch tiefere Schichten der Verdunstung aussetzen. Ein weiterer großer Nachteil dieser Methode ist, daß sie der Verfrachtung von unzuträglichen Salzkonzentrationen aus tieferen Schichten in Richtung Oberboden Vorschub zu leisten scheint.

Demgegenüber hat sich eine Furchenbewässerung gut bewährt. Aus folgenden Gründen kann diese leider nur in staatlichen und wenigen privaten Betrieben durchgeführt werden.

Diese Methode setzt einwandfreie geplante Flächen voraus. Es werden Dämme hergestellt, die jeweils mit zwei Reihen Rüben bestanden sind. Aus Zuleitungskanälen, die sich anstauen lassen, wird durch halbkreisförmige Röhren (sog. Syphons) (Bild 8) das Wasser in die zwischen den Dämmen befindlichen Furchen hinein geliefert. Von dort dringt es seitlich in den Wurzelraum ein, ohne die Oberfläche der Dämme überhaupt zu benetzen oder gar zu verschlammten.

Nach in Versuchen gewonnenen Erfahrungen ist eine solche Bewäs-

serung normalerweise alle 20 - 30 Tage erforderlich. In den letzten Jahren wurde in Eskişehir 3 - 4 mal pro Vegetationsperiode und in Konya 5 - 6 mal pro Vegetationsperiode bewässert. (K.O.LENZ 1967). Im Konyagebiet kann es zur Zeit der Aussaat so trocken werden, daß die Keimung gefährdet ist. Durch eine Bewässerung muß dann der Aufgang regelrecht erzwungen werden. Eskişehir hat ein feuchteres Frühjahr und einen meist gesicherten Aufgang. Es genügt daher, wenn die erste Bewässerung später stattfindet.

In diesem Zusammenhang sei auf Untersuchungen der Abteilung "Toprak Su" (Boden und Wasser) des türkischen Landwirtschaftsministeriums hingewiesen. Danach sollte jeweils dann bewässert werden, wenn der Wassergehalt des Bodens auf 35% seiner Feldkapazität abgesunken ist. (Toprak Su Neşriyati Rapor 3/1 1958 - 61).

Da der Wasserbedarf von Zuckerrüben auf etwa 600 mm pro Vegetationsperiode beziffert werden kann, sind bei einer 4 - 5 maligen Bewässerung jedesmal 120 - 150 mm Wasser aufzubringen. In diesem Falle dringt das Wasser ungefähr 70 bis 100 cm tief in den Boden ein. Der günstigste Zeitpunkt der Wassergabe tritt ein, wenn die Pflanzen akute Welkerscheinungen zeigen. Dann ist auch die Wasserverwertung optimal.

In der Praxis stehen häufig nur zu Beginn der Bewässerungszeit genügend Wasserreserven zur Verfügung. Im August führen viele Flüsse entweder gar kein Wasser oder nur geringe Mengen, die dann kontingentiert werden müssen. Auf den Versuchsfeldern der Zuckerindustrie bei Çumra und Eskişehir ist genügend Wasser vorhanden. Die auf den Feldern befindlichen Tiefbrunnen lassen in ihrer Ergiebigkeit auch in den trockensten Monaten nicht nach.

3. Untersuchungsgebiet Çumra

Çumra liegt 1012 m über NN zwischen $37^{\circ}34'$ nördlicher Breite und $34^{\circ}40'$ östlicher Länge, im Süden des zentralanatolischen Plateaus, 45 km süd-östlich von Konya, an der historischen Bagdadbahn. Nach langjährigen Mitteln liegt die Durchschnittstemperatur Çumras bei 11.5°C und die Niederschlagsmenge bei 236.2 mm.

Die kleine Stadt entstand während der Bauarbeiten an der Bagdadbahn. Das gleiche Bauunternehmen legte damals in den Jahren 1905 - 1912 auch eine große Bewässerungsanlage für 50.000 ha Land an. Die Wasserversorgung der Anlage erfolgte vom westlich gelegenen Beyşehirsee (1116 m über NN) und dem süd-westlich liegenden Suğla-see (1040 m über NN) über den Kanal Çarşamba Çayı.

Damals wurde ein Bewässerungsplan aufgestellt und von deutschem Personal zwei Jahre lang durchgeführt. Gegen Ende des I. Weltkrieges konnte die Bewässerung nicht mehr von Fachleuten ausgeführt werden, so daß durch falsche Bewässerung auf der Konya-Çumraebene stellenweise Salzanreicherungen und kulturfeindliche Böden entstanden. Im Jahre 1937 mußte sogar einer der Hauptbewässerungskanäle wegen der Versalzungsgefahr stillgelegt werden. Heute untersteht die Anlage einem staatlichen Wasseramt, welches im Jahre 1968 32.000 ha Land bewässern ließ.

Im großen und ganzen ist das Bewässerungsprojekt gelungen und die Çumra-Ebene hat ein anderes Gesicht bekommen. Mit großen Pappel- und Weidenwäldern (Bild 1), Obst (Äpfel, Birnen, Aprikosen), Wein, Luzerne, Zuckerrüben und Gemüseanbau, ist sie zu einer Oase mitten in der Lykonischen Steppe geworden.

Fährt man allerdings einige Kilometer in nördlicher oder östlicher Richtung, so trifft man auf große, halophytenreiche Sumpfgebiete (Bild 21), die zum Teil als Weide genutzt werden. Der größte dieser Sümpfe ist Hotamışgölü, ein Paradies für Ornithologen, süd-östlich von Çumra.

Auf halbem Wege zwischen Konya und Ankara trifft man auf ein weiteres stark versalztes Gebiet, den großen Salzsee "Tuzgölü", der bei seinem Hochstand etwa dreimal so groß ist wie der Bodensee, aber äußerst flach, höchstens 1 - 2 m tief. Der Tuzgölü gehört

zu den salzigsten aller Salzseen unserer Erde. Der Salzgehalt erreicht rund 34%, wobei sich die Salze vorwiegend aus den Sulfaten und Chloriden des Natriums zusammensetzen. Im Sommer verdunstet das Wasser fast ganz, so daß im Herbst eine weiße Fläche auskristallisiert.

3.1 Vegetation und Bodennutzung in Gumra.

1) Natürliche Vegetation.

Da die feuchten Perioden kurz und die trockenen Sommermonate lange andauern, ist die Pflanzenwelt auch dementsprechend begrenzt. Die Pflanzen lassen sich hier in zwei Gruppen einteilen:

a) Die der Trockenheit gut angepassten Steppenpflanzen, die im April erscheinen und ihre Entwicklung bis Mitte des Sommers vollenden.

Die wichtigsten sind:

<i>Artemisia</i> spp.	Raute, Beifuß	yavşanotu
<i>Thymus</i> spp.	Thymian	kekik
<i>Alhagi camelorum</i>	Kameldorn	yundakdikenî
<i>Agropyron cristatum</i>	Kammförmige Quecke	otlakayrîğî
<i>Entuaria</i> spp.		gökbaş
<i>Triticum aegilopoides</i>	Wohlrriechende Quecke	yabanibuğday
<i>Boredva orientalis</i>		sariot
<i>Cafthamuft</i>		köygöçüren
<i>Nepeta cataria</i>	Katzenminze	
<i>Cuscuta</i> spp.	Seide	küsküt
<i>Agropyron junceum</i>	Binsenquecke	
<i>Matricaria</i> spp.	Kamille	papatya
<i>Bromus</i> spp.	Trespe	
<i>Astragalus</i> spp.	Tragant	geven

b) Sumpf- und Salzpflanzen.

Diese sind am Hotamişgölü und anderen nahe liegenden Sümpfen zu finden. Als Weidepflanzen haben sie geringe Bedeutung.

Folgende Pflanzen sind erwähnenswert:

<i>Phragmites</i>	Schilfrohr	kamiş
<i>Alloropas</i>		

Lotus tenuis	Salzhornklee	
Juncus gerardii	Salzbinse	
Typha latifolia	Breitblättriger Rohrkolben	
Carex spp.	Segge	
Thesium spp.	Leinblatt	tuz otu
Juncus spp.	Binse	hasir otu
Salicornia spp.	Glasschmalz	
Hymenolobus procumbens	Salzkresse	
Melilotus altissimus	Gelber Steinklee	
Lathyrus palustris	Sumpflatterbse	mürdümtik
Elymus spp.	Haargerste	
Trifolium spp.	Klee	beyaztirfil

c) Hinzu kommen an den Hängen des südlichen Taurus kleine aufgelockerte Waldbestände, die sich hauptsächlich aus

Quercus pedunculata	Stieleiche
Paliurus aculeatus	Christusdorn
Juniperus spp.	Wacholder
Pinus nigra	Schwarzkiefer

und anderen Pinusarten zusammensetzen.

Die Bodennutzung.

Durch die guten Bewässerungsmöglichkeiten herrscht in Çumra im Vergleich zur gesamten Konya-Ebene ein intensiverer Ackerbau. Angebaut werden Zuckerrüben, Getreide, Luzerne, Bohnen und Erbsen. Besonders verbreitet sind die Gemüsearten: Auberginen, Tomaten, Paprika, Gurken, Zwiebeln, Wasser- und Zuckermelonen. Auch findet der Obstbau immer mehr Interesse (Äpfel, Birnen, Sauerkirschen und Aprikosen). Die Ufer der Bewässerungskanäle sind mit Pappeln und Weiden bepflanzt. Ebenso sind die Felder oft von Pappeln umsäumt, um diese vor den trockenen Winden zu schützen. Die Pappelplantagen haben wegen ihrer hohen Rentabilität in den letzten Jahren in diesem Gebiet an Bedeutung gewonnen.

4. Untersuchungsgebiet Eskişehir

Die alte Stadt mit vielen Thermalbädern liegt im Westen der inneranatolischen Hochebene, 790 m über NN. 30°31' östlicher Länge und 39°46' nördlicher Breite, an der Bahnstrecke Istanbul - Ankara. Eskişehir erstreckt sich an dem Fluß Porsuk, der das gleichnamige Tal Eskişehir durchfließt. Der Fluß ist im Süden von den Türkmen-Bergen (1829 m) und im Norden von den Sündiken-Bergen (1768 m) begrenzt. In Ost-West Richtung führen von Porsuk- und Sakarya-Fluß tief durchschnittene Täler bis zum Marmarameer, so kann feuchtere Meeresluft bis nach Eskişehir eindringen, was sich mit höheren Niederschlägen (374 mm im Jahr) bemerkbar macht. Auch die Winter- und Sommertemperaturen liegen niedriger als in Konya.

4.1 Vegetation und Bodennutzung in Eskişehir

Die einst dicht bewaldeten Berge südlich und nördlich von Eskişehir, und das Eskişehirtal selbst, haben eine reichere Vegetation, als das Gebiet um Çumra. Die degradierten Wälder, die sich einst südwestlich über Kütahya - Dursunbey - Balıkesir bis zur Agäis und nördlich über Nallıhan - Beypazari - Bolu - Mengen bis zur pontischen Region anschlossen, bestehen vorwiegend aus folgenden Arten:

Quercus, Ilex, Juniperus und Fraxinus. Als Nadelbäume sind Pinus nigra, Pinus montana und Pinus orientalis zu sehen.

Die häufigsten Weidepflanzen sind:

Melilotus spp.	Steinklee	Taşyoncasi
besonders Melilotus indicus	Indischer Steinklee	
Medicago minima	Zwergklee	dikenlitirfil
Papaver rhoeas	Klatschmohn	gelincik
Iris pumila	Zwergschwertlilie	
Vicia spp.	Wicke	
Trifolium resupinatum	Persischer Klee	iran tirfili
Verbascum spp.	Königskerze	
Carduus spp.	Distel	
Cirsium spp.	Kratzdistel	
Lolium multifolium	Weidelgras	çayirotu

Aira spp.	Schmielenhafer	
Lathyrus spp.	Platterbse	mürdümük
Mentha spp.	Minze	yabani nane
Thymus spp.	Thymian	kekik
Artemisia fragrans	Wohlriechender Beifuß	yavşan
Andropogon spp.	Bartgras	
Stipa spp.	Federgras	sorgucotu
Matricaria spp.	Kamille	papatya
bes. Matricaria chamomilla	Echte Kamille	
Dactylis spp.	Knautgras	domuz ayriği
Festuca ovina	Schafschwingel	yumak otu
Elymus spp.	Haargerste	elim
Astragalus spp.	Tragant	geven

Einjährige Pflanzen sind Hordeum spp. (wilde Gerstenarten), Avena spp. (wilde Haferarten), Bromus spp. (Trespe). Bei genügend Feuchtigkeit, Lathyrus (Platterbse), Delphinium (Rittersporn), Centaurea cyanus (Kornblume), Malva (Malve), Hierochloa (Mariengras).

Kulturpflanzen.

Im Eskişehir-tal wird im Vergleich zur gesamten Türkei eine moderne Landwirtschaft betrieben. In bewässerten Gebieten werden Futterpflanzen, Gemüse und Obst angebaut. Hier befinden sich größere Betriebe, die maschinell gut ausgerüstet sind und wirtschaftlich arbeiten können.

Der Rüben- und Getreideanbau ist vorherrschend. Die für Anatolien charakteristischen Galeriewälder, die sich an Flüssen und Bächen entlangziehen, sind auch im Eskişehir-tal vorhanden, sie dienen hauptsächlich der Bauholzgewinnung.

5. Untersuchungsmethoden für Böden und Grundwasser

5.1 Untersuchungsmethoden der Böden

5.1.1 Korngrößenbestimmung

Die verschiedenen Korngrößenfraktionen des Feinbodens $< 0.002 \text{ mm}$ Korndurchmesser und die Fraktionen $> 0.06 \text{ mm}$ wurden auf Grund ihrer unterschiedlichen Sinkgeschwindigkeit in Wasser getrennt. Der Tonanteil $< 0.002 \text{ mm}$ wurde nach der Pipettmethode von KÖHN (THUN, HERRMANN und KNICKMANN 1955) nach 7 Stunden und 35 Minuten ermittelt. Die Sandfraktionen wurden durch Naßsiebung nach der Sedimentationsanalyse von ATTERBERG (1912) bestimmt. Die Schlufffraktionen wurde aus der Differenz beider Fraktionen errechnet.

Ton	$< 0.002 \text{ mm}$
Schluff	$0.06 - 0.002 \text{ mm}$
Feinsand	$0.20 - 0.060 \text{ mm}$
Mittel- und Grobsand	$2.00 - 0.200 \text{ mm}$

Die Böden wurden wegen ihres hohen CaCO_3 -Gehaltes mit 4%igem Natriumhexamethaphosphat + Na_2CO_3 (Calgon) nach JUNG, L., und ROHMER, W., (1966) dispergiert.

Die Bestimmung der Bodenart erfolgte nach dem Bodenartendiagramm der geologischen Landesämter. (KOHL, F., 1965).

5.1.2 Bestimmung der Bodenfarbe.

Die Bodenfarbe wurde mit Hilfe der Farbtafel nach MUNSEL am lufttrockenen und feuchten Feinboden ($< 2 \text{ mm}$) durchgeführt.

R = rot, Y = gelb, YR = gelbrot

5.1.3 Kapillare Aufstiegsgeschwindigkeit des Wassers

Die Bestimmung der kapillaren Aufstiegsgeschwindigkeit erfolgte mit destilliertem Wasser und einer Spezialpipette nach ENSLIN (ENSLIN, O., 1933).

Methode:

Diese Pipette wurde an ein 10 cm hohes und 1,8 cm breites Glasrohr angeschlossen, welches mit auf 1 mm gesiebten Boden gefüllt war. Die Pipette selbst mußte hierbei vollkommen mit aqua dest. gefüllt sein. Mit einer Stoppuhr wurde die Zeit vom Anschluß der Pipette an die Glassäule bis zur vollkommenen Durchnässung des darin befindlichen Bodens gemessen. Die verbrauchte Wassermenge wurde an der Pipette selbst abgelesen.

5.1.4 Bestimmung der Tonminerale (Röntgenanalyse)

Für die qualitative Texturaufnahme diente der Röntgenapparat Müller "Mikro 111", wobei die Impulse mit einem Goniometer über einen Schreiber auf das Papier aufgetragen werden. Bestimmte Tonminerale zeigen bei einem bestimmten Einfallswinkel der Röntgenstrahlen starke Kurvenausschläge, sogenannte "Peaks". Diese Peak-Werte wurden nach einer Tabelle (Date for X-Ray Analysis cards of Bragg's Equation von PARRISH/MACH 1963) auf $\text{\AA}$ umgerechnet.

Die Tonminerale werden in verschiedenen Tafeln von X-Ray (The identification and crystal structures of clay minerals von GEORG BRAUN) mit $\text{\AA}$ -Werten dargestellt. Zum Beispiel Montmorillonit 17.6 $\text{\AA}$, Illit und Halloysit 9.9 $\text{\AA}$, Muskovit 4.47 $\text{\AA}$.

Die Tongewinnung für die Röntgenanalyse erfolgte nach der Pipettmethode von KÖHN. Sedimentationszeit: 7 Stunden und 35 Minuten.

5.1.5 Kalziumkarbonatbestimmung

Die Bestimmung des Kalkgehaltes wurde im Apparat nach Scheibler vorgenommen (WIESMANN, H., 1960).

5.1.6 Bestimmung der organischen Substanz

Die Bestimmung der organischen Substanz erfolgte nach SPRINGER und KLEE. Die organische Substanz wurde mit Hilfe einer 2n Kaliumbichromatlösung und Schwefelsäure völlig oxidiert und nach Trennung des Substrates mit 0.1 n Kaliumbichromatlösung titriert (SPRINGER, U. und KLEE, J., 1954).

Methodik:

145 g Boden (je nach dem Gehalt der organischen Substanz) wurden in einem Erlenmeyerkolben mit 20 ml 2n $K_2Cr_2O_7$ versetzt, danach mit 26 ml konz. H_2SO_4 behandelt und ca. 10 Minuten auf kleiner Flamme bis zum Sieden erwärmt, anschließend mit aqua dest. auf 200 ml aufgefüllt und bei Zimmertemperatur über Nacht stehen gelassen.

10 ml dieser Lösung wurden mit 25 ml 0.1n $FeSO_4$, 2 ml schwefelsäurehaltiger Phosphorsäure und 8 Tropfen des Indikators Diphenylaminsulfonsäure behandelt und anschließend mit 0.1n $K_2Cr_2O_7$ bis zu einem Farbumschlag von grün nach violett titriert.

5.1.7 Bestimmung des pH-Wertes

Der pH-Wert wurde mit H_2O und mit 1n KCl in 1:2.5 verdünnter Bodenlösung mit der Glaselektrode gemessen.

5.1.8 Bestimmung der elektrischen Leitfähigkeit

Die Messungen erfolgten im Bodenextrakt und im Grundwasser. Die Werte gaben die elektrische Leitfähigkeit bei $25^\circ C$ mmhos/cm ($EC\ 10^3$ = Millisiemens mS) an. Für die Bestimmung diente das Meßgerät Typ CD M2 und eine Meßzelle Typ CD M104 der Firma Radiometer Kopenhagen. Das Gerät wurde mit einer gesättigten NaCl-Lösung geeicht.

5.1.9 Bestimmung der wasserlöslichen Salze

Die wasserlöslichen Salze wurden nach den im Agricultural Handbook Nr.60 aufgezeigten Richtlinien bestimmt.

Die elektrische Leitfähigkeit sowie CO_3^{2-} , HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ wurden in einem Bodenextrakt bestimmt, welcher aus einer durch Wasser gesättigten Bodenpaste gewonnen wurde. Da die Böden tonige Beschaffenheit hatten, erfolgte die Extraktgewinnung mit einer Universal Junior III S Typ UJ 35 Zentrifuge, bei 3.500 U/Min in 15 Minuten.

Der CO_3^{2-} -Gehalt wurde durch Titration mit 0.01n H_2SO_4 und dem Indikator Phenolphthalein (Farbumschlag bei pH 8.1) bestimmt. Der HCO_3^- -Anteil wurde ebenfalls durch Titration mit 0.01n H_2SO_4

und dem Indikator Bromkresolgrün (Farbumschlag von blau nach gelb bei pH 4.4) ermittelt. Mit den gleichen Proben wurde auch der Cl^- -Gehalt bestimmt. Mit AgNO_3 titriert, fielen die Cl^- -Ionen als AgCl aus, wobei der Überschuß an Ag^+ -Ionen mit K_2CrO_4 eine rotbraune Färbung als Silberchromat bildete. Der Überschuß an Ag^+ -Ionen wurde dann durch eine Blindtitration ermittelt.

Der NO_3^- -Gehalt der Proben wurde durch Zugabe von 2 Tropfen Brucin und 7 Tropfen konz. H_2SO_4 auf 3 Tropfen Extrakt festgestellt. Da die Proben keine auf NO_3^- hinweisende Reaktion zeigten, wurde auf die Bestimmung dieses Anions verzichtet.

Die SO_4^{2-} -Ionen wurden titrimetrisch bestimmt, die mehrwertigen Kationen mit Hilfe eines stark sauren Kationenaustauschers gebunden (Ionenaustauscher I E. Merck AG Darmstadt). Die Sulfationen wurden als BaSO_4 ausgefällt und aus den überschüssigen Ba^{2+} durch Titration mit Titriplex III der SO_4^{2-} -Gehalt berechnet.

Die Bestimmung der zweiwertigen Kationen Ca^{2+} und Mg^{2+} wurde komplexometrisch durchgeführt, mit Titriplex III (Äthylendiamintetraessigsäure Dinatriumsalz der Firma Merck Darmstadt) (MERCK, E., 1960).

Die Ca^{2+} und Mg^{2+} -Bestimmung fand in einem Bodenextrakt von pH 10 - 11 mit dem Indikator Eriochromschwarz statt. Der Ca^{2+} -Gehalt allein wurde in einem Bodenextrakt von pH 13 mit Calconcarbonsäure als Indikator bestimmt. Aus der Differenz beider Titrationswerte wurde der Mg^{2+} -Anteil errechnet.

Die K^+ -Ionen Bestimmung erfolgte flammenphotometrisch mit dem Flammenphotometer Eppendorf der Firma Netheler & Hinz GmbH Hamburg.

Die Na^+ -Ionen Bestimmung wurde mit dem Radiometergerät der Firma Radiometer Typ PHM 229 Nr. 41 836 und mit einer Spezialelektrode Nr. E 6180 der Firma Schott und Gen. Mainz durchgeführt.

5.1.10 Bestimmung der Austauschkapazität und der austauschbaren Kationen

Unter Austauschkapazität versteht man die Fähigkeit des Bodens eine bestimmte Menge Ionen, zumeist Kationen, aus der Lösung zu sorbieren, und sie gegen eine gleichwertige Menge der am SK (Sorptionskomplex) gebundenen Kationen

auszutauschen. Die Austauschkapazität steigt daher in der Regel mit zunehmender Menge an reaktionsfähigen Bodenteilen, wie etwa Tonmineralen, Huminstoffen u.a..

Die austauschbaren Kationen und die Austauschkapazität des Bodens wurde nach MEHLICH bestimmt.

5 g eines auf einen Millimeter gesiebten lufttrockenen Bodens wurden mit einem Lösungsgemisch aus Triäthanolamin und Bariumchlorid vorbehandelt, wobei Triäthanolamin als Puffer (pH 8.1) und zur Neutralisation der ausgetauschten H^+ -Ionen diente. Dadurch konnten die austauschbaren Kationen durch Barium-Ionen vom Sorptionskomplex verdrängt werden. Anschließend wurden nach Auswaschen des überschüssigen Bariums die am Sorptionskomplex befindlichen Barium-Ionen mit Kalziumchlorid-Lösung wieder ausgetauscht. Barium wurde mit Ammoniumacetat gepuffert und in der Hitze mit Kaliumbichromat als Bariumchromat gefällt. Die Fällung blieb eine halbe Stunde auf dem Wasserbad und wurde nach einigen Stunden filtriert. Der Niederschlag bei schwacher Rotglut ($650^{\circ}C$) geglüht, gewogen und auf den T-Wert (mval/100g Boden) umgerechnet.

5.2 Beurteilung des Grund- und Bewässerungswassers

Zusammen mit der Bodenprobeentnahme in den Untersuchungsgebieten erfolgte auch die Wasserprobeentnahme. In Çumra wurde neben dem Bewässerungswasser aus jedem Profil Grundwasser entnommen. In Eskişehir wurde nur das Bewässerungswasser untersucht. Die Wasseruntersuchungen, wie pH-Wert, Leitfähigkeit und Bestimmung der leichtlöslichen Salze wurde am Tag der Entnahme im Salzlabor des Bewässerungsamtes Çumra und im Salzlabor des Boden- und Wasseramtes des Landwirtschaftlichen Ministeriums Eskişehir durchgeführt.

5.2.1 Kriterien zur Beurteilung des Bewässerungswassers

Die Beurteilung des Wassers zur Bewässerung erfolgt nach folgenden Kriterien:

- 1) Salzkonzentration: In mval/l oder elektrische Leitfähigkeit des Wassers in $mmhos \times 10^3$.
- 2) Zusammensetzung: SAR Natrium-Adsorptions-Verhältnis (sodium adsorption ratio)

$$\sqrt{\frac{\text{Na}^+}{\frac{\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}}{2}}}$$

SSP Lösliches Natrium in Prozent =
(soluble sodium percentage)

$$= \frac{\text{Na}^+}{\text{Summe der Kationen}} \cdot 100$$

PAR Kalium-Adsorptions-Verhältnis
(potassium adsorption ratio)

ESP Austauschbares Natrium in Prozent =
(exchangeable sodium percentage)

$$= \frac{\text{austauschbares Na (mval/100 g Boden)}}{\text{Kationen-Sorptionskapazität (mval/100 g Boden)}}$$

$$\text{RSC (residual Na}_2\text{CO}_3) = (\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-) - (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$$

5.2.2 Qualität und Klassifikation des Bewässerungswassers

Das Bewässerungswasser wirkt auf die Pflanzen durch die Änderungen, die es im Boden und in der Bodenlösung verursacht. Deshalb genügt zur Bestimmung der Wasserqualität im allgemeinen weder die Angabe über die Salzmenge im Wasser, noch die elektrische Leitfähigkeit. Man benötigt mindestens folgende Daten:

- a) Chemische Zusammensetzung, Gehalt an löslichen Salzen, Prozentanteil des Kalzium, restliches Natriumkarbonat (RSC) nach EATON, Gehalt an Bor und anderen toxischen Substanzen.
- b) Bodenart.
- c) Klimatische Eigenarten (Temperatur, Niederschlag usw.).
- d) Salzverträglichkeit der Pflanzen.
- e) Kultivierungsmaßnahmen.

HARDMANN und MILLER (1950) geben als Maximalwerte im Bewässerungswasser für Natrium 920 mg/l und für Chlor 1775 mg/l an. Bei diesen Höchstmengen ist das Wasser praktisch zur Bewässerung nicht mehr brauchbar. Nach LAWHONS darf die Menge an Salzen im Wasser 0.3% nicht übersteigen. Dabei sind die Feldkapazität, die Durchlässigkeit der Böden und die Salzverträglichkeit der Pflanzen maßgebende Faktoren zur Beurteilung der potentiellen Anwendung des Salzwassers für die Bewässerung. Zu diesen Faktoren fügte TAMES (1965) den Koeffizienten der Hygroskopizität hinzu.

Einen wichtigen Beitrag zur Bewertung des Wassers leistete das amerikanische Laboratorium für Salzböden ("Diagnosis and Improvement of Saline- and Alkali Soils" 1954). Danach werden 2 Hauptfaktoren betrachtet, nämlich die Leitfähigkeit des Wassers und das Natrium-Adsorptions-Verhältnis (SAR). Beide werden in vier Stufen geteilt, so z.B. die Leitfähigkeit des Wassers in c_1 , c_2 , c_3 , c_4 , und zwar von 0.1 - 5 mmhos/cm. SAR wird ebenso in s_1 , s_2 , s_3 , s_4 von 0 - 30 aufgeteilt. Beide Aufstellungen werden auf eine bestimmte Weise in einem Diagramm zusammengefaßt, wodurch sich Stufen herausbilden wie z.B. $c_1 s_1$ oder $c_1 s_2$ (Abb.6).

Angaben über die einzelnen Stufen:

c_1 Gewässer mit geringem Salzgehalt:

Für alle Böden und für alle Pflanzenarten verwendbar.

c_2 Gewässer mit mittlerem Salzgehalt:

Pflanzen mit mittlerer Salzresistenz können sich ohne besondere Maßnahmen gut entwickeln.

c_3 Gewässer mit hohem Salzgehalt:

Bei schlecht durchlässigen Böden nicht verwendbar.

Auch bei guter Bodendurchlässigkeit sind besondere Maßnahmen erforderlich. Bei der Auswahl der Pflanzen müssen salzresistente Sorten ausgesucht werden.

c_4 Gewässer mit sehr hohem Salzgehalt:

Bei normalen Verhältnissen nicht verwendbar.

Bei sehr gut durchlässigen, gut dränierten Böden können sie allerdings in größeren Mengen für die Salzauswaschung genutzt werden.

Abb: 6

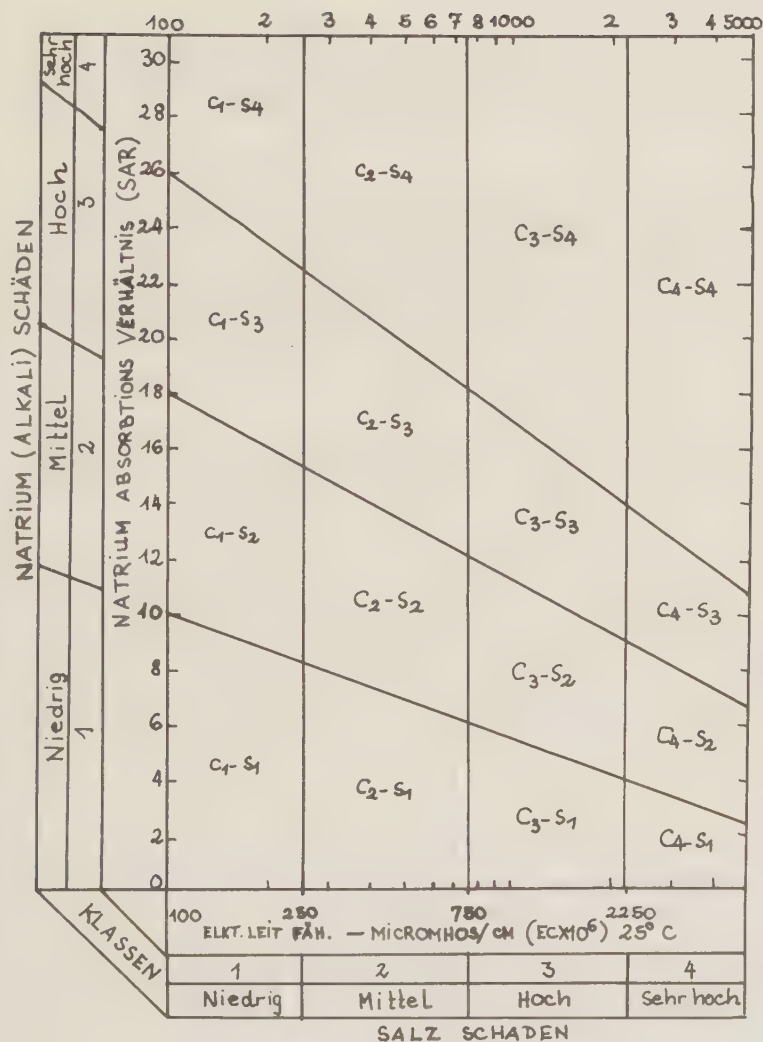


Diagramm für die Klassifikation von
Bewässerungswasser. (nach Richards L.A. 1954)

s₁ Gewässer mit niedrigem SAR:

Alle Böden können ohne Bedenken damit bewässert werden.

s₂ Gewässer mit mittlerem SAR:

Bei grobkörnigen, gut durchlässigen Böden ohne weiteres verwendbar. In gipsarmen, feinkörnigen Böden, mit einer hohen Austauschkapazität richtet es allerdings größere Schäden an.

s₃ Gewässer mit hohem SAR:

In den meisten Fällen schaffen sie eine gefährliche Anreicherung von löslichen Natrium-Ionen im Boden.

Sie fordern eine gute Durchlässigkeit, eine reichliche Durchwaschung und eine Zufuhr von organischer Substanz, wobei die gipshaltigen Böden dieser Maßnahmen nicht bedürfen.

s₄ Gewässer mit sehr hohem SAR:

Sie sind nur in besonderen Fällen, zusammen mit Kalklösungen, Gips und anderen Mitteln verwendbar.

Kalzium wird in manchen Fällen durch das Bewässerungswasser gelöst und läßt ungünstige Na^+ -Verhältnisse im Boden entstehen. Dieser Vorgang sollte auf alkalischen, kalkreichen Böden besonders beachtet werden, wenn diese Böden mit $c_1 - s_3$ oder $c_1 - s_4$ Wasser bewässert werden müssen. Bei einer Bewässerung mit $c_2 - s_3$ und $c_3 - s_2$ auf obigen Böden wäre eine periodische Gipsgabe zu empfehlen.

Nach THORNE und WILKOX (1947) wird das Wasser als ungeeignet bezeichnet, wenn das SAR über 8.9 liegt und der Natriumprozentsatz (Alkalisierung) mehr als 50% beträgt.

Eine Klassifizierung, die völlig mit der des amerikanischen Laboratoriums und der von KELLEY, EATON, RICHARD und HAYWARD, DARAB und LAWHONS übereinstimmt, gibt TAMES (1965) wie folgt an:

A Für die Bewässerung geeignetes Wasser muß folgende Eigenschaften haben:

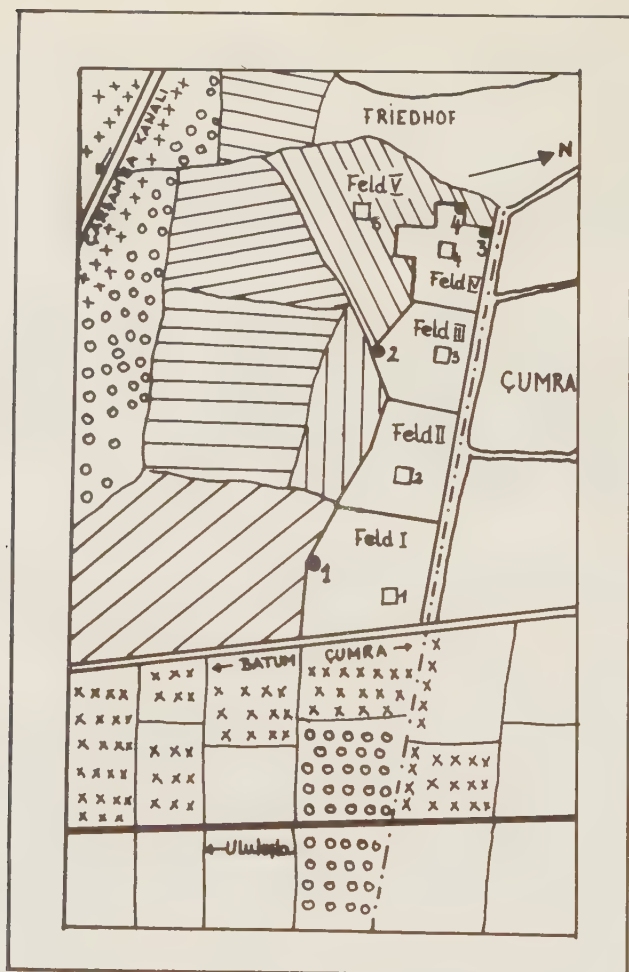
- 1) Lösliche Salze nicht über 0.5 g/l (ungefähr 0.78 mmhos/cm).
- 2) Toxische Elemente wie Bor, weniger als 0.33 mg/l.
- 3) Natriumkarbonat (RSC) weniger als 1.25 mval/l.
- 4) Verbindungen des Kalziums, höher als 0.35 g/l.

B Für die Bewässerung ungeeignetes Wasser hat etwa folgende Eigenschaften:

- 1) Lösliche Salze, mehr als 12 g/l. (ungefähr 20 mmhos/cm).
- 2) Toxische Elemente, unter diesen Bor mit mehr als 3.75 mg/l.
- 3) Natriumkarbonat (RSC), mehr als 2.5 mval/l.
- 4) Verbindungen des Kalziums, weniger als 0.35 g/l.

C Zweifelhaftes Wasser:

Dasjenige, welches nicht in den vorhergehenden Abschnitten aufgeführt wurde. Vor der Verwendung solch zweifelhaften Wassers muß man sich zuerst mit allen notwendigen Voraussetzungen vertraut machen, wie Häufigkeit der Bewässerung, Auswaschung, Entwässerung usw.



- | | |
|-----------------------------|----------------------|
| ==== Landstrasse | □ Profile |
| ==== Feldweg. | ● Brunnen |
| — Eisenbahn. | ○ Obst |
| - - - - Entwässerungskanal. | x Pappelplantagen. |
| | //// Private Felder. |

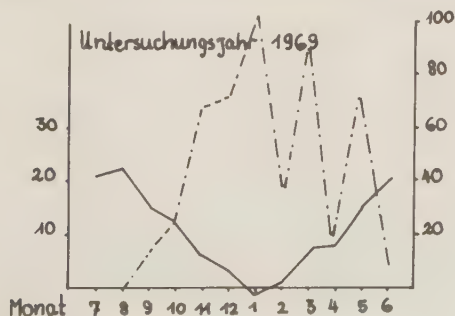
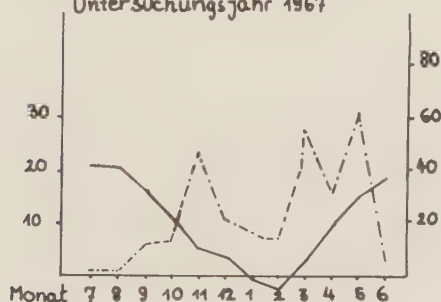
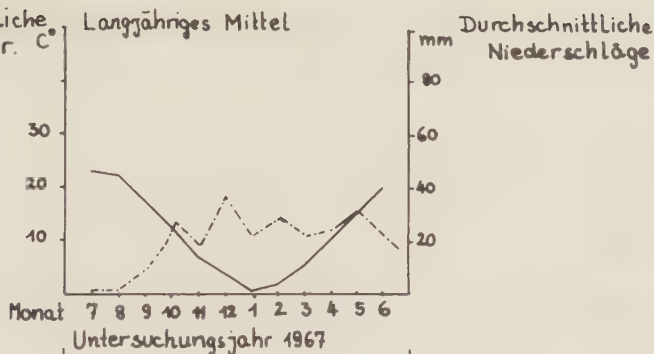
Lageplan der Untersuchungsfelder in Çumra.
(Schematisch dargestellt).

Abb. 8

Klimadiagramme von Çumra.

Durchschnittliche
Temperatur, °C

Langjähriges Mittel

Durchschnittliche
Niederschläge

— Temp. °C
 - - - - - Niederschlag mm.

6. Untersuchungen zur Feststellung der Versalzung auf den Versuchsfeldern von Çumra

6.1 Beschreibung der Profile

6.1.1 Lage

1012 m über NN, 37°34' nördlicher Breite und 32°40' östlicher Länge am Südrand der Provinzstadt Çumra.

Im Osten erstrecken sich große Pappelplantagen. Im Süden liegen private Felder (Obst und Pappelanlagen). Der Çarşambakanal fließt etwa 1000 m vom Untersuchungsgebiet vom Westen nach Osten. Gen Westen erstreckt sich an einem flachen Hang der Friedhof von Çumra (Abb.7).

6.1.2 Klima

Die meteorologischen Messungen in Çumra ergaben folgende Werte:

Der Jahresniederschlag beträgt 236.2 mm (10jähriges Mittel).

Die jährliche Evaporation wird mit 1181.5 mm angegeben (10jähriges Mittel). Die durchschnittliche Jahrestemperatur liegt bei 11.5°C.

Die Niederschläge fallen zu 37% zwischen April und Oktober; in diesem Zeitraum beträgt die Evaporation 83%.

Im Jahre 1967 lag die Niederschlagsmenge mit 280 mm um 44 mm über dem zehnjährigen Durchschnitt von 236 mm. Die Monate März, April, Mai, September und November waren im Vergleich

Tabelle 2

Ort	Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
10jährige mittlere monatliche Niederschlagsmenge (mm)													
Qumra	22.6	29.4	21.9	22.9	31.4	21.1	1.0	0.9	9.1	20.6	18.0	37.3	Σ 236.2
Monatliche Niederschlagsmengen (mm)													
Qumra	1965	24.8	32.6	19.2	15.0	23.5	3.2	-	0.9	-	13.8	37.4	63.6
	1966	69.6	23.2	24.2	11.4	15.4	6.8	6.4	0.1	2.5	0.6	27.9	71.8
	1967	16.3	14.1	55.1	31.5	62.6	7.5	0.2	-	12.0	13.5	47.3	21.6
	1968	62.9	39.4	39.0	17.6	20.6	14.0	0.9	7.6	24.7	37.2	60.8	73.1
	1969	101.5	37.3	80.8	17.9	70.0	13.7	-	-	15.6	26.3	68.2	71.7
10jährige mittlere monatliche Temperatur (°C)													
Qumra	0.8	1.8	5.3	10.7	15.5	19.7	22.8	22.2	16.9	12.2	6.7	3.4	Ø 11.5
Mittlere monatliche Temperatur (°C)													
Qumra	1965	0.8	- 0.2	6.3	10.4	14.6	20.0	22.2	22.0	16.7	7.9	5.0	3.1
	1966	2.4	4.4	5.8	11.6	14.5	19.3	22.7	23.3	16.7	13.5	9.7	3.2
	1967	- 1.2	- 2.5	3.0	9.3	14.2	17.8	20.8	20.5	16.2	11.1	4.7	2.8
	1968	- 1.4	0.3	4.1	12.9	17.0	18.4	22.3	20.4	16.6	11.1	7.1	4.2
	1969	- 0.7	1.8	7.2	7.4	15.7	20.2	20.6	22.6	15.8	12.7	6.8	3.5
10jährige mittlere monatliche Evaporationssumme (mm)													
Qumra	2.7	5.3	59.8	114.9	140.5	168.8	217.7	206.6	133.7	83.1	33.1	15.3	Σ 1181.5
Monatliche Evaporation (mm)													
Qumra	1965	Frost	Frost	105.0	206.6	212.8	284.4	328.0	294.4	204.0	91.8	36.9	34.6
	1966	Frost	Frost	113.5	173.9	221.4	208.8	310.8	293.4	182.0	183.3	79.1	Frost
	1967	Frost	Frost	150.1	172.3	240.8	240.8	299.7	274.0	181.0	112.5	25.6	Frost
	1968	Frost	Frost	85.5	205.4	198.8	198.8	276.5	273.6	162.1	96.0	51.4	31.2
	1969	Frost	Frost	75.5	115.2	165.1	228.1	275.9	325.6	245.4	106.3	66.2	41.7

zum langjährigen Mittel niederschlagsreicher. Die Monate März und Mai hatten sogar 33 mm mehr Niederschlag. Dagegen lagen die Niederschlagsmengen im Januar, Februar, Juni, Juli, Oktober und Dezember unter dem langjährigen Mittel. Mit der Zunahme der Niederschläge wurde auch die Evaporation stark gefördert, und sie erreichte einen Wert von 265 mm über dem langjährigen Mittel. Alle Monate zeigten 2 - 3°C niedrigere Temperaturen, wobei der kälteste Monat Februar mit -2.5°C und der wärmste Monat Juli mit 20.8°C angesetzt ist.

Das Jahr 1968 brachte 162 mm mehr Niederschlag als das langjährige Mittel. Überdurchschnittliche Niederschläge fielen in den Monaten Januar, Februar, März, September, Oktober und Dezember. Die Evaporation hielt Schritt und steigerte sich um 369 mm über die Norm. Die Jahresdurchschnittstemperatur stimmte in etwa mit dem langjährigen Mittel überein.

1969 war ebenfalls ein ausgesprochen regenreiches Jahr mit 503 mm Niederschlag. Die Monate Januar mit 101.5 mm, März mit 80.8 mm, Mai mit 70 mm, November mit 68 mm und Dezember mit 71.7 mm lagen weit über dem zehnjährigen Durchschnitt. Die Evaporation steigerte sich gleichermaßen auf 1645 mm. Die Monatstemperaturen zeigten wenig Unterschiede zu den langjährigen Messungen (Tabelle 2, Abb.8).

Zusammenfassend ist festzustellen, daß das Çumragebiet zu geringe Jahresniederschläge gegenüber der Verdunstung hat, daß aber von Jahr zu Jahr sehr unterschiedliche Niederschlagssummen auftreten können. Regen und Trockenperioden sind scharf gegeneinander abgegrenzt, was für den semiariden Klimabereich charakteristisch ist.

6.1.3 Vegetation

Wie aus den Berichten der Bauern von Çumra hervorgeht, stehen die Versuchsfelder seit über 40 Jahren unter Kultur. Sie wurden bis

vor 12 Jahren fast ausschließlich mit Weizen als Monokultur bestellt. Dann übernahm die Türkische Zuckerindustrie das Gelände und bewirtschaftete die Versuchsfelder mit einer günstigen Fruchtfolge und Bewässerung intensiver.

6.1.4 Fruchtfolge

Die Saatzucht- und Vermehrungsanstalt der Türkischen Zuckerindustrie ist bestrebt, in den charakteristischen Zuckerrübengebieten Anatoliens anpassungsfähige und ertragreiche Pflanzen zu züchten und zu vermehren. Aus diesem Grunde wurden die Felder in Çumra vor 12 Jahren gepachtet. Eine in diesem Gebiet für Zuckerrüben günstige Fruchtfolge wurde aufgestellt. Nach einer Melonenernte im Herbst werden die Felder besonders sorgfältig für die Zuckerrüben im Frühjahr vorbereitet, nach deren Ernte im Herbst folgt Winterweizen und anschließend eine einjährige Brache. Dann fängt der Zyklus wieder mit Melonen an.

6.1.5 Bodenbearbeitung

Bei der Übernahme der Felder vor 12 Jahren war es notwendig sie zu einer besseren Durchführung der Furchenbewässerung zu planen. Pflugarbeiten werden heute mit einem zweischarigen Hängepflug in 30 cm Tiefe durchgeführt, geschleppt von einem 45 PS Schlepper. Erdschollen und Klumpen werden mit einer Egge zerkleinert. Bei Zuckerrüben und Melonen werden die Bewässerungsfurchen mit einem Spezialpflug gezogen (Bild 5).

6.1.6 Bewässerung

Die Furchenbewässerung hat sich gegenüber der Überflutungsbewässerung in Çumra gut bewährt, und wird seit 12 Jahren durchgeführt. Das notwendige Wasser wird aus 3 Bohrungen und einem offenen Brunnen mit einer Dieselpumpe (16 l/sec) bezogen (Bild 4). Vor dem Säen der Melonen und Zuckerrüben werden auf den gut geplanten Feldern in 30 cm Tiefe und 40 cm Abstand mit einem Spezialpflug Furchen gegraben (Bild 5). Jede dieser Furchen wird von einem Wasserkanal aus mittels halbkreisförmiger Kunststoffrohre sog. "Syphons" mit Bewässerungswasser versorgt (Bild 8). Innerhalb einer Vegetationsperiode werden die Zuckerrüben 4 - 5 mal und die Melonen 2 -

3 mal bewässert. Bei einer Bewässerung werden etwa 150 mm Wasser auf den Boden gebracht.

6.1.7 Düngung

Nach der Melonenernte werden die Felder mit Stalldünger 2000 kg/ha (80% Schaf, 20% Pferd), 90 kg Ammoniumsulfat oder Ammoniumnitrat (21% N), 108 kg/ha reines P_2O_5 und 125 kg/ha Kaliumsulfat (48% K_2O) gedüngt und anschließend gepflügt. Im folgenden Frühjahr (März, April), kurz bevor die Zuckerrübensamen von Hand gesetzt werden (Bild 6), werden 30 kg Ammoniumsulfat gestreut, ebenso nach der ersten und zweiten Vereinzelung (Bild 20), so daß insgesamt, die Herbstgabe eingerechnet, 180 kg/ha Ammoniumsulfat oder Nitrat als Kopfdünger gegeben werden.

Die Melonenfelder werden im Herbst vorbereitet und dabei mit 150 kg/ha Superphosphat (16% P_2O_5), bei der ersten Vereinzelung und der Hackarbeit im Mai mit 150 kg/ha Ammoniumsulfat (21% N) gedüngt. Die Weizendüngung erfolgt mit 120 kg/ha Kaliumsulfat (48% K_2O) im Herbst und 100 kg/ha Ammoniumsulfat (21% N) im Frühjahr.

6.1.8 Erträge

1967	Feld I	Weizen, 28 dz/ha
	Feld II	Melonen, 120 dz/ha
	Feld III	Brache
	Feld IV	Zuckerrüben, 450 dz/ha, Zuckergehalt 18%
	Feld V	Weizen, ca. 22 dz/ha

1968	Feld I	Brache
	Feld II	Zuckerrüben, 400 dz/ha, Zuckergehalt 17%
	Feld III	Melonen, 140 dz/ha
	Feld IV	Weizen, 38 dz/ha
	Feld V	Weizen, ca. 24 dz/ha

1969	Feld I	Bestellung nicht möglich
	Feld II	Winterweizen, Ernte vernichtet
	Feld III	Zuckerrüben, 250 dz/ha, Zuckergehalt 17%
	Feld IV	Bestellung nicht möglich
	Feld V	Weizen, ca. 22 dz/ha

Das Jahr 1969 brachte durch die starken Frühjahrsregen eine lang anhaltende Überschwemmung der Felder, so daß die Felder I und IV nicht bestellt werden konnten. Der Winterweizen verfaulte und die Zuckerrüben konnten erst Ende Mai gesät werden. Die zwangsweise abgekürzte Vegetationsperiode machte sich dann in der Ernte deutlich bemerkbar.

6.1.9 Profile

Die Profile I, II, III, IV und V in Çumra.

Ort: Am Südrand der Stadt Çumra, östlich der Straße von Çumra nach Batum.

Lage: Sehr schwach von West nach Ost geneigte Ebene, 1012 m über NN.

Klima: Jahresniederschlag 236 mm,
Jahresdurchschnittstemperatur 11.5°C.

Ausgangsgestein: Kalkmergel und Alluvium von alten Seen.

Nutzung: Acker.

Bodentyp: Graubrauner Steppenboden.

Profil I (Bild 9).

Ap 0 - 5 cm	Brauner (Farbe in feuchtem Zustand: 10 YR 5/3), humusarmer, toniger Lehm; in nassem Zustand klebrig und plastisch, mit auffallender Rissbildung an der Oberfläche bei Austrocknung; sehr kalkreich; Schollen- und Klumpengefüge.
Ap 5 - 20 cm	Blassbrauner (10 YR 5/4), humusarmer, schluffig toniger Lehm; in nassem Zustand klebrig und plastisch, trocken, hart; sehr kalkreich; Schollen- und Klumpengefüge.
Cc 20 - 40 cm	Blassbrauner (10 YR 5/4) humusarmer, toniger Lehm; in nassem Zustand klebrig und plastisch; sehr kalkreich; einzelne CaCO_3 -Ausscheidungen; einzelne Regenwurmgänge; Kohärentgefüge.
Co 40 - 60 cm	Blassbrauner (10 YR 5/4) humusarmer, toniger Lehm; in nassem Zustand sehr klebrig und plastisch; kalkreicher als die oberen Schichten; alle Poren mit Wasser gefüllt; Grundwasser sam-

melt sich sehr schnell; Kohärentgefüge, Bildung von Tönhäutchen.

Profil II (Bild 10).

- Ap 0 - 5 cm Brauner (10 YR 5/4), humusarmer, schluffig toniger Lehm; in nassem Zustand klebrig und plastisch. Bei Trockenheit auffallende Rissbildung auf der Oberfläche; sehr kalkreich mit CaCO_3 -Ausscheidungen; Schollen- und Klumpengefüge.
- Ap 5 - 20 cm Brauner (10 YR 5/4), schwach humoser toniger Lehm; in nassem Zustand klebrig und plastisch; trocken: fest; sehr kalkreich; bis in 10 cm Tiefe Schollengefüge und ab 10 cm Tiefe Krümelgefüge.
- Bt₁ 20 - 40 cm Blassbrauner (10 YR 5/3), schwach humoser, toniger Lehm; feucht: klebrig und plastisch; sehr kalkreich; Prismen- und Polyedergefüge.
- Bt₂ 40 - 60 cm Hellgrauer (10 YR 7/2), sehr schwach humoser, toniger Lehm; sehr feucht, klebrig und plastisch; sehr hoher Kalkgehalt, Tönhäutchenbildung, Kohärentgefüge.
- C 60 - 80 cm Hellgrauer (10 YR 7/2), sehr schwach humoser toniger Lehm; sehr nass; alle Poren mit Wasser gefüllt; in trockenem Zustand; hart; sehr kalkreich Kohärentgefüge.

Profil III (Bild 11).

- Ap 0 - 5 cm Brauner (10 YR 5/4), schwach humoser, schuffig, toniger Lehm; in nassem Zustand klebrig und plastisch; sehr trocken mit tiefer Rissbildung auf der Oberfläche; kalkreich; Schollen- und Klumpengefüge.
- Ap 5 - 20 cm Leicht gelblichbrauner (10 YR 5/3), humusarmer, schluffig, toniger Lehm; in nassem Zustand klebrig und plastisch; die Rissbildung setzt sich weiterhin fort; kalkreich; Schollengefüge.
- Bt 20 - 40 cm Gelblichbrauner (10 YR 5/3), schluffig, toniger Lehm; in nassem Zustand sehr klebrig und plastisch; kalkreich; viele CaCO_3 -Konkretionen;

- Bt 40 - 60 cm krümeliges Gefüge; Auftreten von Tonhäutchen. Hellgrauer (10 YR 7/4), toniger Lehm, durch die naheliegende Mergelschicht sehr hell gefärbt; hoher Feuchtigkeitsgehalt; in nassem Zustand sehr klebrig und plastisch; hoher Kalkgehalt; Kohärentgefüge; Toneinschlämmung.
- C₁ 60 - 90 cm Hellgrauer bis weißer (10 YR 7/6), humusarmer, toniger Lehm; alle Poren mit Wasser gefüllt; plastisch und klebrig; sehr kalkreich; Kohärentgefüge.

Profil IV.

- Ap 0 - 5 cm Brauner (10 YR 4/3), humusarmer, toniger Lehm; in nassem Zustand klebrig und plastisch; kalkreich; krümeliges Gefüge.
- Ap 5 - 20 cm Brauner bis gelblichbrauner (10 YR 4/4), humusarmer, toniger Lehm; in nassem Zustand klebrig und plastisch; kalkreich; mehrere CaCO₃-Ausscheidungen; Klumpengefüge.
- Bt 20 - 40 cm Blassbrauner (10 YR 5/6), humusarmer, schluffig, toniger Lehm; nass, klebrig und plastisch; kalkreich; CaCO₃-Ausscheidungen; krümeliges Gefüge; Toneinschlämmung.
- Bt 40 - 90 cm Leicht gelblichbrauner (10 YR 5/4), humusarmer, toniger Lehm; feucht: klebrig und plastisch; sehr kalkreich; Kohärentgefüge; Toneinschlämmung.
- C 90 - 110 cm Blassbrauner (10 YR 5/4), humusarmer, toniger Lehm; alle Poren mit Wasser gefüllt; Grundwasser sammelt sich rasch; sehr kalkreich; Kohärentgefüge.

Profil V.

- Ap 0 - 5 cm Brauner bis gelblichbrauner (10 YR 5/4), humusarmer, lehmiger Ton; in nassem Zustand klebrig und plastisch; auffallend viele und tiefe Risse auf der Oberfläche; sehr kalkreich; Schollengefüge.
- Ap 5 - 20 cm Schwachbrauner (10 YR 5/8), humusarmer 1% lehmiger Ton; in nassem Zustand klebrig und pla-

	stisch; Fortsetzung der Rissbildung; kalkreiches trockenes Schollengefüge, Tonhäutchen.
Bt ₁ 20 - 40 cm	Schwachbrauner (10 YR 5/3), humusarmer (1%), schluffig, toniger Lehm, in nassem Zustand klebrig und plastisch; trocken: hart, sehr kalkreich, krümeliges Gefüge.
Bt ₂ 40 - 90 cm	Schwachbrauner (10 YR 5/3), sehr humusarmer, lehmiger Ton; nass: klebrig und plastisch; sehr hoher Kalkgehalt; Krümelgefüge.
C ₁ 90 - 130 cm	Hellgrauer (10 YR 7/4), lehmiger Ton, fast ohne Humusgehalt; alle Poren mit Wasser gefüllt, Grundwasser sammelt sich sehr schnell, sehr kalkhaltig, Kohärentgefüge.

Die Graubraunen Steppenböden sind im Untersuchungsgebiet weit verbreitet und zeigen als junge Böden noch keine Profildifferenzierung. Der CaCO_3 -Gehalt liegt in der Regel zwischen 13 - 17% in 0 - 60 cm Tiefe und ab 60 cm Tiefe bei 25%. Der Humusgehalt im Oberboden bleibt unter 2%. Von den Tonmineralen finden sich im Oberboden Kaolinit, Vermiculit und in den unteren Bodenschichten auch Montmorillonit und Chlorite. Die Austauschkapazität beträgt zwischen 20 und 25 mval/100 g Boden, und der pH-Wert liegt zwischen 7.5 und 7.8 .

Die allgemeine klebrige und plastische Eigenschaft dieser Böden ist bedingt durch ihren hohen Anteil an austauschbarem Mg.

Die Kalkabscheidungen in Form von Konkretionen, die mehr oder weniger in allen Tiefen erscheinen, entstehen durch eine Erwärmung des Grundwassers an der Bodenoberfläche. Dabei wird CO_2 freigesetzt und es scheidet sich proportional CaCO_3 im Boden aus (A.STEBUTT, 1930).

Tabelle 3

Versuchsstation Cura

Korngrößenverteilung, Bodenart, Fließgrenze, pH, CaCO_3 -Gehalt, Organische Substanz und Bodenfarbe der Profile

Prof.	Jahr	Tiefe in cm	Ton <0.002mm %	Schluff 0.002-0.06mm %	Fein-Sand 0.06-0.2mm %	Grob-Sand 0.2-2.0mm %	Bodenart	Fließ- grenze % H_2O	pH in KCl	CaCO_3 %	org. Subst. %	Bodenfarbe trocken	feucht
I	13.9.67	0-5	43.00	47.775	4.346	4.879	tL	68	7.60	15.80	1.12	10 YR 6/3	10 YR 5/3
		5-20	39.00	52.334	4.125	4.541	utL	69	7.58	15.40	1.10	10 YR 6/3	10 YR 5/4
		20-40	42.60	48.930	4.150	4.320	tL	73	7.12	15.40	1.10	10 YR 6/3	10 YR 5/4
		40-60	48.10	43.690	4.439	3.871	tL	75	7.13	16.70	1.06	10 YR 6/3	10 YR 5/4
II	13.9.67	0-5	32.50	57.361	6.052	4.087	utL	60	7.23	14.50	1.17	10 YR 5/3	10 YR 5/4
		5-20	40.70	48.562	4.814	5.924	tL	63	6.82	14.90	1.05	10 YR 6/4	10 YR 5/4
		20-40	42.00	47.426	4.809	5.765	tL	68	7.14	15.80	0.80	10 YR 6/4	10 YR 5/4
		40-60	48.70	43.358	3.662	4.280	tL	68	6.92	17.10	0.50	10 YR 7/3	10 YR 5/3
		60-80	38.20	36.001	11.827	13.972	tL	54	7.03	38.50	0.40	10 YR 8/2	10 YR 7/2
III	13.9.67	0-5	32.40	56.840	6.335	4.425	utL	66	7.18	15.00	1.13	10 YR 5/3	10 YR 5/4
		5-20	29.50	59.365	8.398	2.737	utL	61	7.24	13.70	1.10	10 YR 6/4	10 YR 5/3
		20-40	39.10	51.507	6.260	3.133	utL-tL	65	7.12	15.80	0.95	10 YR 6/4	10 YR 5/3
		40-60	37.40	53.846	6.022	2.732	utL	67	7.00	19.80	0.82	10 YR 6/4	10 YR 5/4
		60-90	35.80	46.840	14.793	2.567	tL-tL	59	7.06	19.50	0.40	10 YR 7/3	10 YR 5/4
IV	14.9.67	0-5	38.60	49.371	8.346	3.683	tL	63	7.10	13.10	1.23	10 YR 5/3	10 YR 4/3
		5-20	38.00	49.462	7.986	4.376	tL	65	7.03	12.00	1.21	10 YR 5/3	10 YR 4/4
		20-40	35.90	52.379	8.345	3.376	utL	65	7.12	13.70	1.00	10 YR 6/3	10 YR 5/6
		40-90	39.20	48.378	7.952	4.470	tL	68	7.21	13.50	0.65	10 YR 6/4	10 YR 5/4
		90-110	44.10	47.910	4.633	3.357	tL	72	7.23	23.20	0.51	10 YR 7/3	10 YR 5/4
V	14.9.67	0-5	51.80	41.677	2.793	3.730	IT	75	7.15	12.50	0.93	10 YR 5/3	10 YR 5/4
		5-20	50.10	39.189	7.444	3.267	IT	72	7.18	13.50	0.92	10 YR 6/3	10 YR 5/4
		20-40	36.20	54.670	6.528	2.602	utL	66	7.22	15.20	0.72	10 YR 6/3	10 YR 5/3
		40-90	49.20	45.330	4.743	3.737	IT	69	7.25	16.60	0.43	10 YR 6/3	10 YR 5/4
		90-130	49.40	44.859	3.255	2.484	IT	68	7.32	22.40	0.35	10 YR 7/2	10 YR 5/4

6.2 Durchführung der Probeentnahme

Die Profile wurden auf den Versuchsfeldern der Saatzucht- und Vermehrungsanstalt der türkischen Zuckerindustrie in Çumra und Eskişehir aufgedigert.

Die Probeentnahme erfolgte innerhalb von drei Jahren zu verschiedenen Zeiten.

Entnahme in Çumra: 1) 13.9.1967
2) 25.5.1968
3) 11.7.1969

Da im Boden keine Horizonte morphologisch zu erkennen waren, wurden die Proben aus den Tiefen 0 - 20 cm, 20 - 40 cm, 40 - 60 cm und 60 - 80 cm entnommen. In Çumra wurde hierbei auch das Grundwasser erreicht und gleichzeitig von diesem Proben entnommen.

6.3 Die Kornverteilung im Untersuchungsgebiet

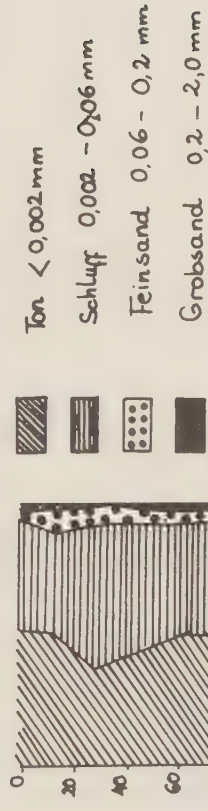
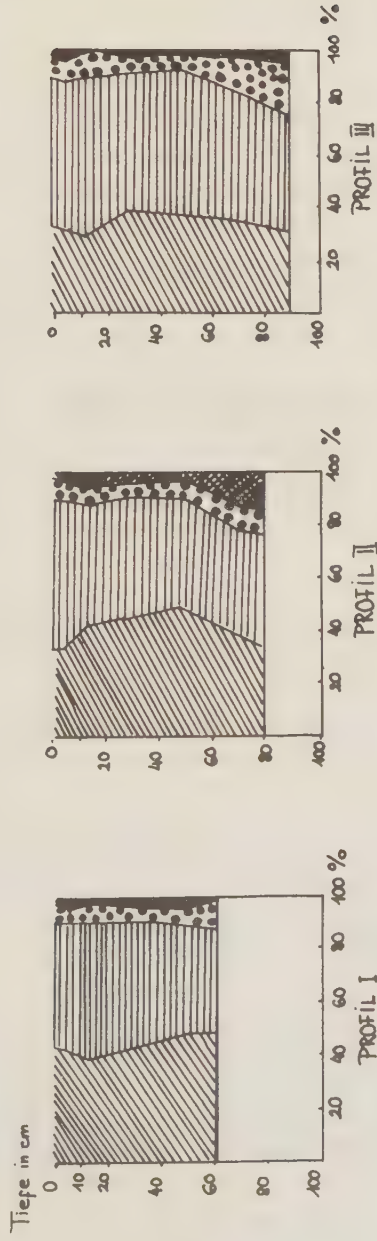
Die verhältnismäßig einheitliche horizontale und vertikale Textur der Böden in Çumra ist bedingt durch die langjährige Sedimentation in alten Seen. Es handelt sich vorwiegend um schluffig, tonige Lehme und lehmige Tone, die mit der Tiefe zunehmend reicher an CaCO_3 werden. Die hellbraune bis graue Bodenfarbe wird mit der Tiefe blasser und ist bei 130 - 150 cm fast weiß, was auf einen hohen Kalkgehalt in dieser Tiefe schließen läßt.

In Profilabschnitten mit einer höheren Konzentration von Ca- und Mg-Ionen werden die verlagerten Feinsubstanzen geflockt und lagern sich an den Wänden der vorhandenen Poren in feinsten Überzügen an. Auf diese Weise entstehen die für Tonanreicherungshorizonte kennzeichnende Tonhäutchen. Dieser Vorgang ist in den vier Profilen zwischen 40

Versuchsfeld Gumra

Korngrößenverteilung der einzelnen Profile.

1967 Sept.



- 60 cm Tiefe zu beobachten, daher liegen die Tonanteile aller 4 Profile in dieser Tiefe höher als in den anderen Profilbereichen (Tabelle 3, Abb.9).

Da sich im etwas höher gelegenen unbewässerten Profil V die Tonanreicherung zwischen 0 - 20 cm befindet, kann man bei Profil I - IV von einer schwachen Tonauswaschung sprechen, die zum geringeren Teil auf die Bewässerung, zum größeren Teil aber auf die alljährliche Überschwemmung der Felder I - IV im Frühjahr zurückzuführen ist.

6.4 Kapillare Aufstiegsgeschwindigkeit des Wassers in den Böden von Gumra

Kapillare Aufstiegsgeschwindigkeit des Wassers nach ENSLIN:
(ENSLIN, O., 1933).

Ein kapillarer Aufstieg erfolgt, wenn das Gleichgewicht der Wasserspannung im Boden gestört ist, was durch die Verdunstung, durch den Wasserverbrauch der Pflanzen und das Steigen des Grundwasserspiegels verursacht werden kann (SCHEFFER-SCHACHT-SCHABEL, 1964).

Das Wasser steigt in den Kapillaren des Kapillarsaumes umso langsamer an, je höher es bereits gestiegen ist; der Aufstieg nähert sich dabei mit der Zeit in logarithmischer Funktion einem Höchstwert (H.FIEDLER, 1964).

Bei dem kapillaren Aufstieg des Grundwassers und der Bodenlösungen zur Oberfläche des Bodens, scheiden sich die Salze nacheinander im Bodenprofil aus. Hierbei ist der Grad der Ausscheidung abhängig von der Verdunstung und dem Anwachsen der Gesamtkonzentration,

Abb. 10

Versuchsfeld Gumra : Kapillare Aufstiegsgeschwindigkeit.

PROFIL I.

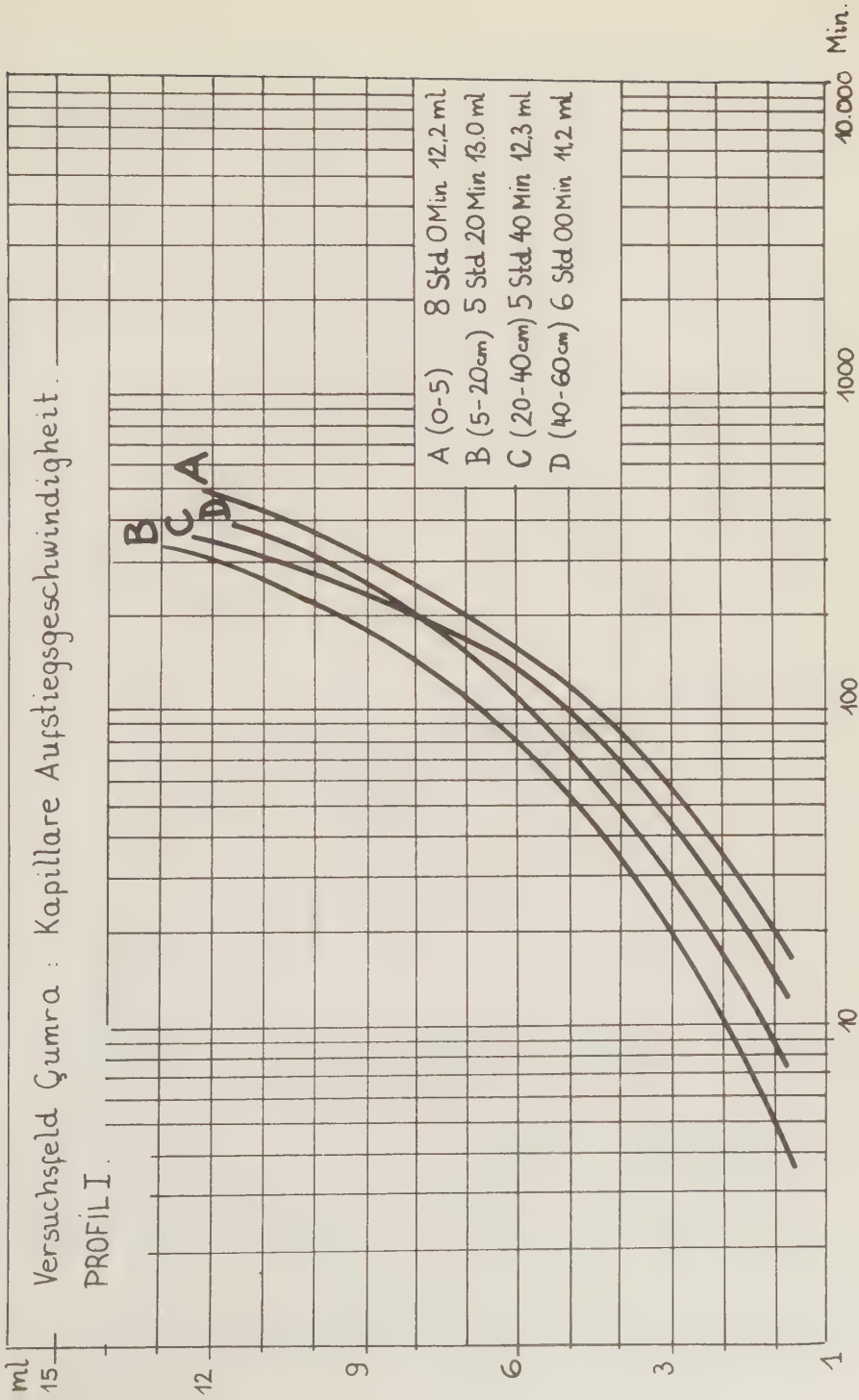


Abb. 41

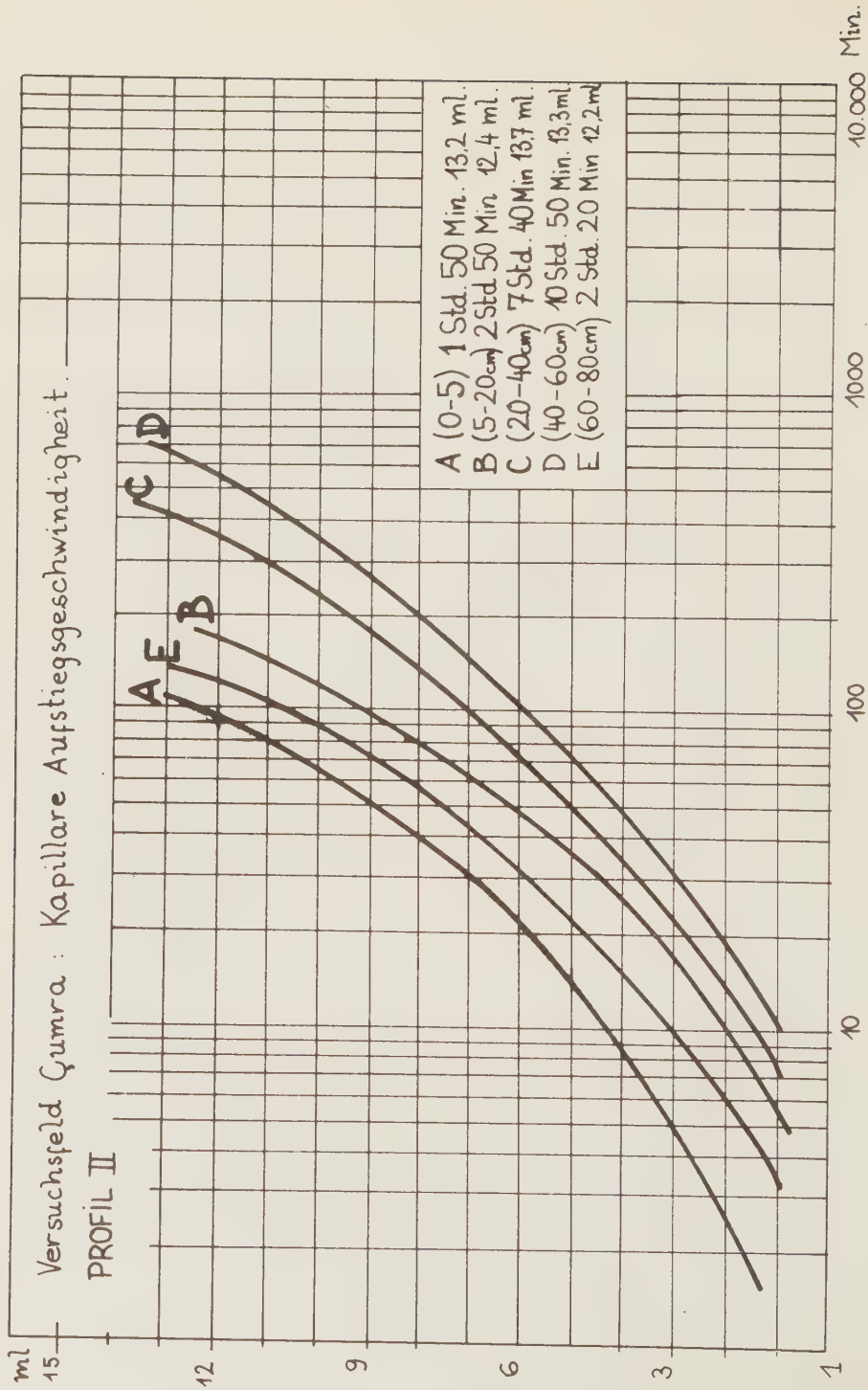


Abb. 12

Versuchsfeld Gumra : Kapillare Aufstiegsgeschwindigkeit.

PROFIL III.

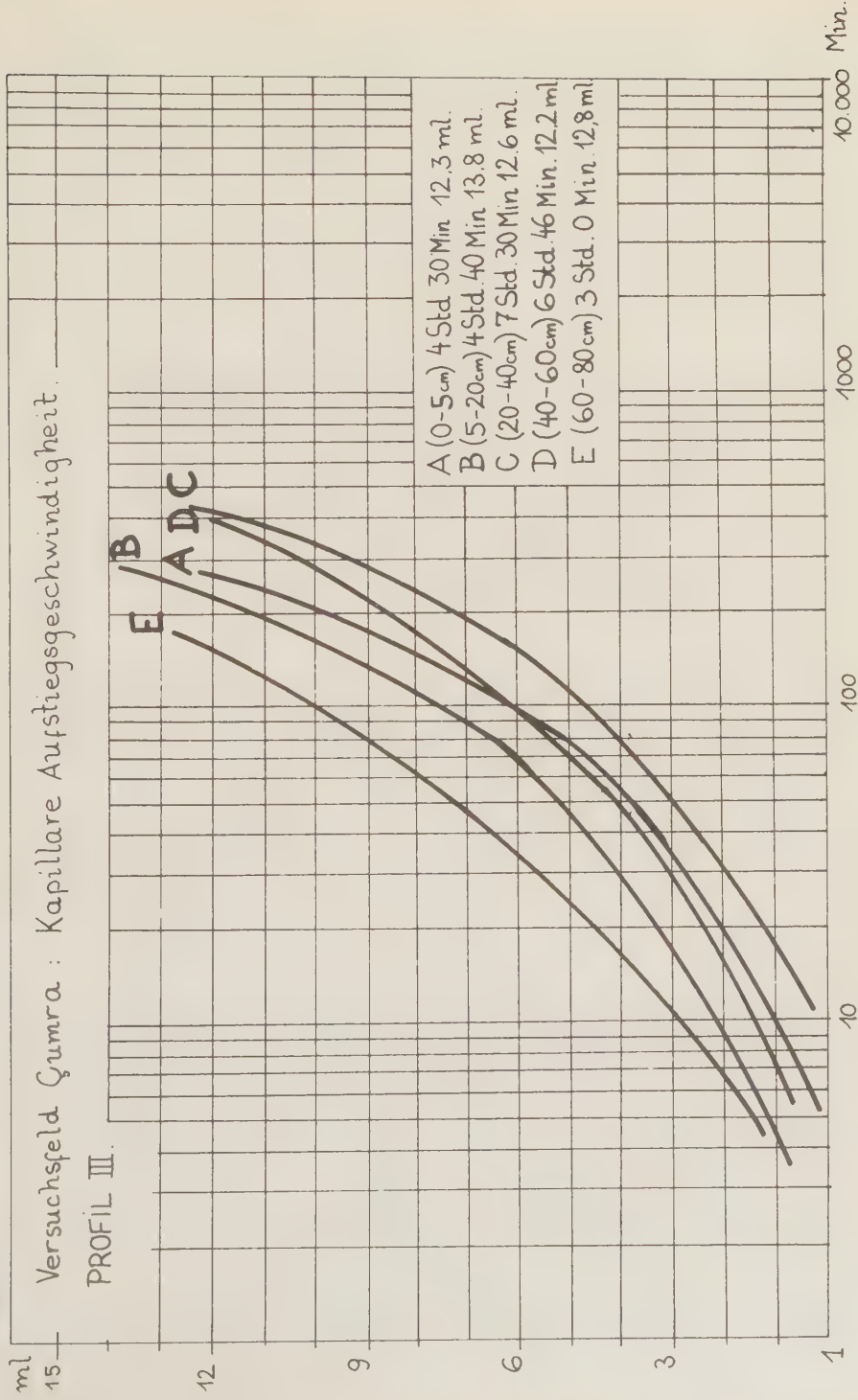
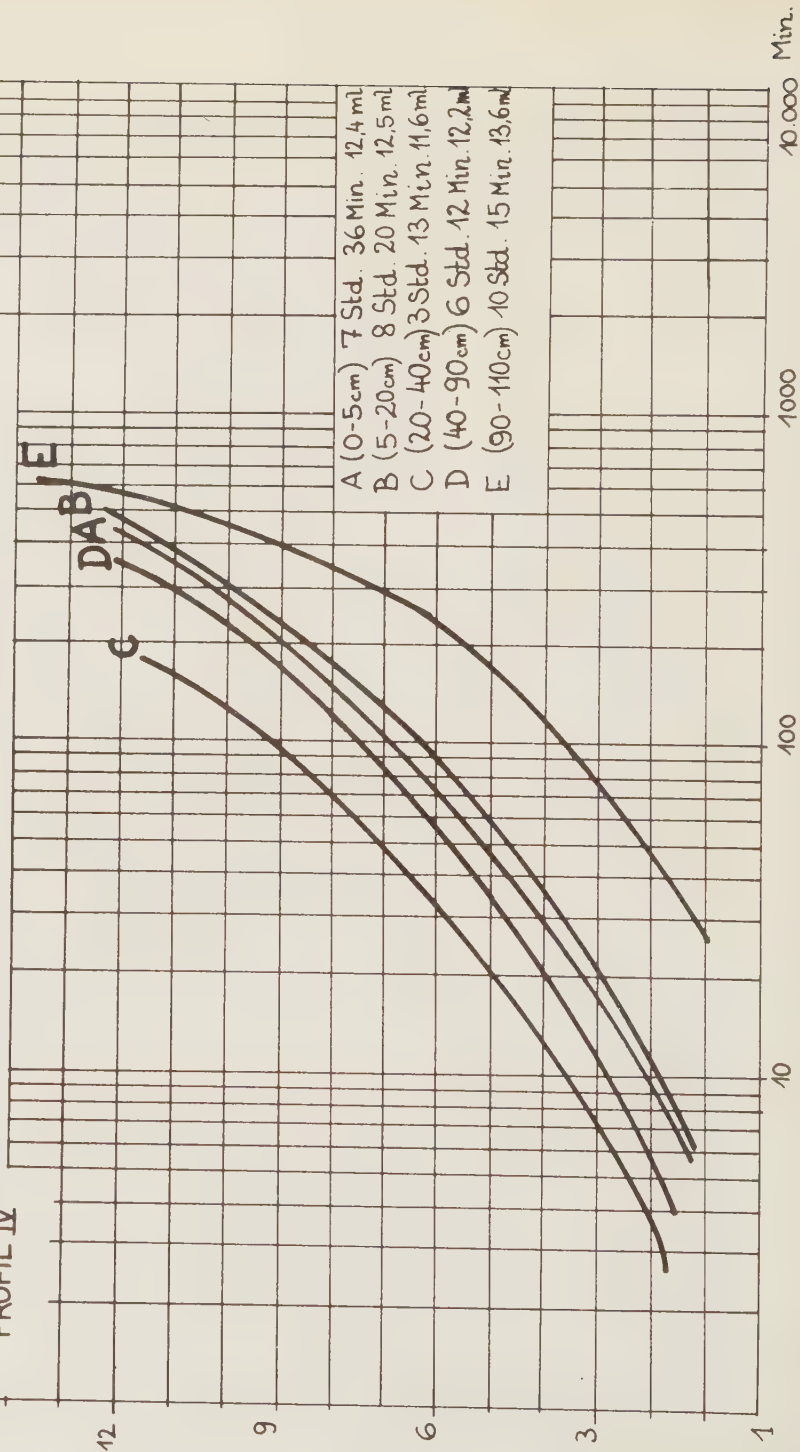
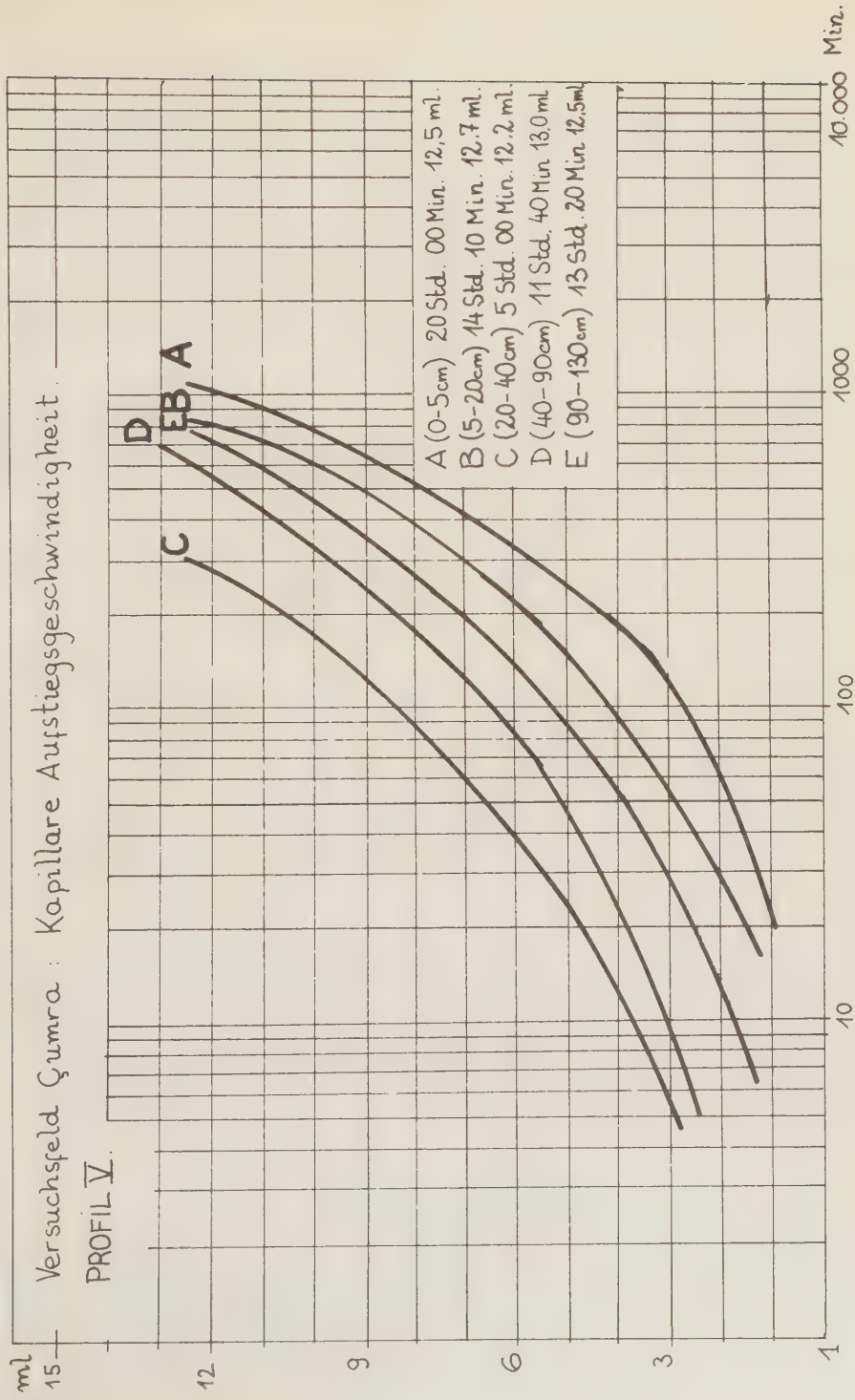


Abb. 13

ml
15 — Versuchsfeld Gumra : Kapillare Aufstiegs geschwindigkeit —
12
9
6
3
1

PROFIL IV





sowie von der Löslichkeit der Salze (JANITZKY, P., 1957). DI GLERIA (1967) meint, daß man durch die kapillaren Wasserbewegungen in einer bestimmten Zeitspanne die Bodenart bestimmen könne.

LOTZE (1932) behauptet auf Grund seiner Labor- und Feldversuche, daß die kapillare Wasserbewegung im Ca-Tonboden größer sei als in einem Tonboden, dessen Kolloide Na-Ionen sorbiert haben. Durch Zufuhr von Na-Ionen werden sowohl die Steighöhe als auch die Steiggeschwindigkeit gehemmt (WOLKEWITZ, 1964).

Die Bewegung des kapillaren Wassers der Böden von Çumra setzt sich zum Verhältnis des hohen Tongehaltes ziemlich schnell fort, da in diesem Boden die Ca-Tone vorherrschen.

Die kapillare Aufstiegsgeschwindigkeit wird hier in der Hauptsache von der Bodenart beeinflusst. Der Na-Ionen sorbierende Kolloidanteil des Bodens ist kaum von Bedeutung.

In den untersuchten Profilen hängt die Dauer des kapillaren Aufstiegs daher in erster Linie von der Körnung ab. Mit der Tiefe nimmt der Tonanteil zu, und parallel dazu steigert sich die Zeit des kapillaren Aufstiegs (Tabelle 21, Abb. 11, 12).

Die auffallend niedrigen Aufstiegszeiten ab 60 cm Tiefe bei den Profilen II und III (Abb. 11, 12) im Vergleich zu den oberen Horizonten der gleichen Profile, sind auf den höheren Ca-Anteil der Tone zurückzuführen.

Die um zwei bis drei Stunden verlängerte Aufstiegszeit in 0 - 5 cm Tiefe bei Profil I (Abb. 10), im Verhältnis zu den tiefer liegenden Horizonten, kann mit dem höher liegenden Na^+ - und Mg^{2+} -Anteil der Tonkolloide begründet werden. Der Bereich 0 - 5 cm im Profil I erreichte am 13.9.1967 mit 44.88 mval/l den höchsten Na^+ -Anteil, der innerhalb von drei Jahren bei den untersuchten Profilen festgestellt wurde.

6.5 Die Tonminerale der untersuchten Böden

Die Tonfraktionen der Böden von Çumra setzen sich vorwiegend aus silikatischen Tonmineralen und Feldspatvertretern zusammen. Montmorillonite, Illite, Vermiculite, Kaolinite und Chlorite sind im

Tabelle 4

Die Tonminerale der untersuchten Böden in Gumra.

Die Profile liegen sehr nahe beieinander. Es wurde daher ein Profil vollständig und bei den anderen nur der Oberboden untersucht.

Profil I 11. Juli 1969 (Brache)

Tiefen

0 - 20 cm	9.90 A°	s	Illit und Halloysit
	7.15 A°	s	Kaolinit und Vermiculit
	4.98 A°	ss	Illit und Muscovit
	4.76 A°	ss	Vermiculit
	4.40 A°	s	Muscovit
	4.23 A°	s	Quarz
	3.57 A°	s	Kaolinit
	3.45 A°	s	Muscovit
	3.32 A°	sst	Quarz

Die Reflexe zwischen 15 - 20° weisen auf die Feldspatvertreter hin.

Profil II 11. Juli 1969 (Weizen)

0 - 20 cm	9.80 A°	s	Illit und Halloysit
	7.05 A°	s	Vermiculit und Chlorit
	4.23 A°	s	Quarz
	3.45 A°	st	Muscovit
	3.32 A°	sst	Quarz

Profil III 11. Juli 1969 (Z. Rüben)

0 - 20 cm	17.80 Δ°	ss	Montmorillonit
	14.20 Δ°	s	Vermiculit und Chlorit
	9.80 Δ°	s	Illit und Halloysit
	7.00 Δ°	s	Vermiculit und Chlorit
	3.44 Δ°	sst	Muscovit
	3.32 Δ°	sst	Quarz
Feldspatvertreter sind vorhanden.			
20 - 40 cm	17.80 Δ°	s	Montmorillonit
	14.20 Δ°	s	Vermiculit und Chlorit
	7.15 Δ°	s	Kaolinit und Vermiculit
	4.76 Δ°	s	Vermiculit
	4.41 Δ°	s	Muscovit
	4.23 Δ°	ss	Quarz
	3.45 Δ°	sst	Muscovit
	3.32 Δ°	sst	Quarz
Feldspatvertreter sind vorhanden.			
40 - 60 cm	17.80 Δ°	s	Montmorillonit
	9.80 Δ°	st	Illit und Halloysit
	7.00 Δ°	st	Vermiculit und Chlorit
	4.76 Δ°	st	Vermiculit
	3.45 Δ°	st	Muscovit
	3.32 Δ°	st	Quarz
Feldspatvertreter sind vorhanden.			
60 - 80 cm	17.80 Δ°	s	Montmorillonit
	7.00 Δ°	st	Vermiculit und Chlorit
	4.92 Δ°	s	Illit und Muscovit
	4.40 Δ°	s	Muscovit
	3.45 Δ°	st	Muscovit
	3.32 Δ°	st	Quarz
Feldspatvertreter sind vorhanden.			

Profil IV 12. Juli 1969 (Brache)

0 - 20 cm	17.80 Δ°	s	Montmorillonit
	9.80 Δ°	s	Illit und Halloysit
	7.00 Δ°	s	Vermiculit und Chlorit
	4.74 Δ°	ss	Vermiculit
	3.47 Δ°	st	Muscovit
	3.34 Δ°	sst	Quarz
Feldspatvertreter sind vorhanden.			

Profil V 12. Juli 1969 (Weizen)

0 - 20 cm	17.60 Δ°	s	Montmorillonit
	14.20 Δ°	ss	Vermiculit und Chlorit
	9.90 Δ°	ss	Illit und Halloysit
	7.15 Δ°	ss	Kaolinit und Vermiculit
	3.47 Δ°	s	Muscovit
	3.32 Δ°	st	Quarz
Feldspatvertreter sind vorhanden.			

s = schwach
 ss = sehr schwach
 st = stark
 sst = sehr stark

Unterboden stärker vertreten. Dagegen zeigen diese Minerale ausser Quarz und Muskovit nur schwache Reflexe im Oberboden.

Die breiten Interferenzen des Oberbodens werden mit der Tiefe schmaler, was auf eine bessere Kristallisierung der Minerale zurückzuführen ist. Außerdem lassen die breiten Interferenzen auf junge, nicht voll entwickelte Böden schließen.

Während die Austauschkapazität der Böden relativ gering ist, liegen die Tongehalte ziemlich hoch, was auf einen höheren Anteil von Zweischichtmineralen zurückzuführen ist.

Da unter den heutigen Klimaverhältnissen eine Auswaschung der Kieselsäure auf Grund der geringen Feuchte kaum möglich ist, muß der Kaolinit in früheren warm-humiden Perioden entstanden sein. Die Montmorillonite wurden aus den reichlich vorhandenen Silikaten und Karbonaten gebildet.

Unter den heutigen Klimaverhältnissen in diesen Böden kann es nicht zu einer nennenswerten Tonneubildung kommen. Die heute vorliegenden Tonminerale entstammen mit großer Wahrscheinlichkeit einer früheren Epoche. (Tabelle 4).

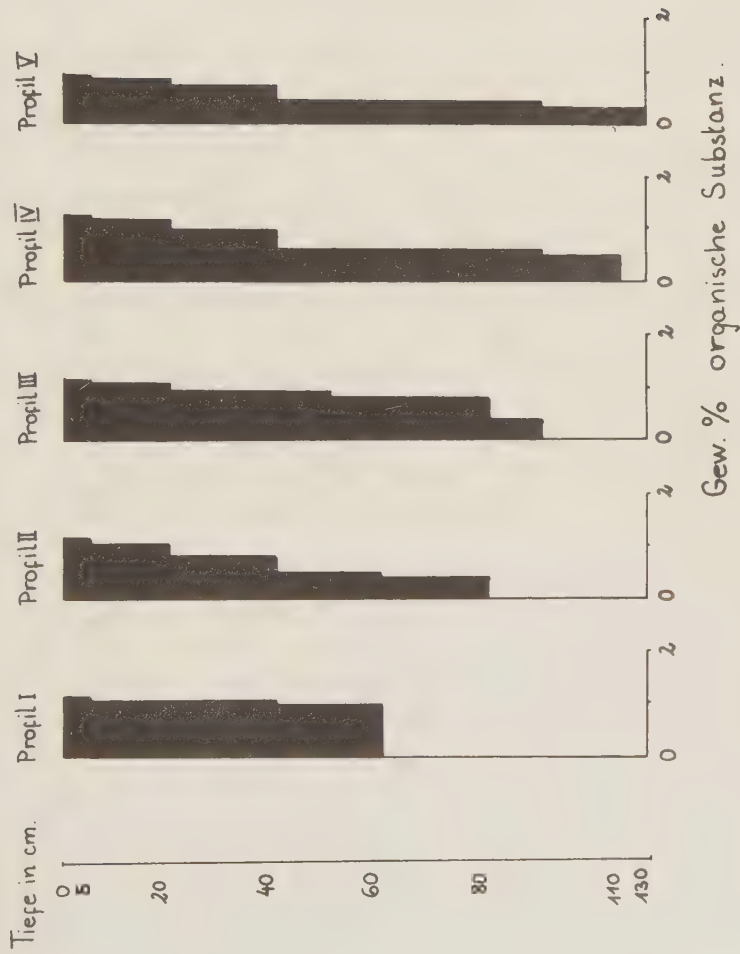
6.6 Der organische Substanzgehalt der Böden von Çumra

Die organische Substanz besteht aus einer Vielzahl von Stoffen, welche von den unzersetzten Geweben der pflanzlichen- und tierischen Organismen abstammen und über Zwischenprodukte der Zersetzung bis zu dem ziemlich stabilen amorphen braunen oder schwarzen Material reichen, das die Struktur des Ausgangsmaterials verloren hat. Dieses Material wird nach WAKSMANN (1952) und RUSSEL (1936) als Bodenhumus definiert.

Nach KUBIENA (1948) steht nicht die stoffliche Zusammensetzung, sondern die standortliche Abhängigkeit im Vordergrund. Humus ist die Gesamtheit jener organischen Stoffe des Bodens, die sich unter den jeweiligen Zersetzungsbedingungen des Standortes als schwer zersetzbar erwiesen haben und darum in charakteristischer Weise zur Anhäufung gelangt sind.

Die Böden des ariden und semiariden Klimabereiches zeigen im allgemeinen nur einen geringen Humusgehalt, da die hohen Temperaturen und niedrigen Niederschläge einerseits, und die ungünstigen

Versuchsfeld Gumra: Verteilung der organischen Substanz. Sept. 1967



Bodenstrukturen andererseits, das Wachstum der Pflanzen hemmen (JANITZKY, P., 1957).

Jede Bodennutzung im Sinne einer Produktion von Kulturfrüchten (Ackerbau), schädigt den Boden, denn alle Arten der Nutzung entziehen ihm nicht nur Nährstoffe, sondern verändern auch die Bodeneigenschaften. Der intensive Anbau von Ackerfrüchten u.a. entfernt zunächst die natürliche Vegetation, die ihn neben anderen Umweltfaktoren mit geformt hat (GANSSEN 1968).

Zwischen zwei Ernten ist der Boden völlig von Vegetation entblößt, so daß Sonnenstrahlung, Wind, Regen und andere Klimaelemente ungehindert einwirken und seine biologisch optimale Krümelstruktur herabmindern.

Das Pflügen des Bodens ruft schon rein mechanisch, aber auch wegen des plötzlichen ungehinderten Luftzutritts eine verstärkte Einwirkung von Wärme und Kälte und damit einen biologischen Schock hervor; der Humusgehalt verringert sich, es entstehen gegebenenfalls Pflugschollen u.a.m..

In Çumra ist der Gehalt des Bodens an organischer Substanz sehr gering; die Höchstwerte im Oberboden liegen um 1.17%; mit der Tiefe abnehmend liegen die Werte im Unterboden um 0.4%.

Profil V, ein Privatgrundstück, das sehr wenig gedüngt wird, zeigt im Oberboden sogar nur 0.9% an organischer Substanz (Tabelle 3, Abb.15).

Der Gehalt an organischer Substanz ist für die Strukturverbesserung der Böden in Çumra von großer Bedeutung. Die niedrigen Werte der organischen Substanz des Oberbodens sind mit ausschlaggebend für die geringen Austauschkapazitäten.

Hier zeigt sich eines der größten Agrarprobleme der Türkei. Die humusarmen, strukturgemäß ungünstigen Böden der semiariden Gebiete erhalten kaum Stalldünger, da dieser immer noch in Zentralanatolien als Heizmittel Verwendung findet. Dabei könnten die im Lande lebenden 85.35 Mill. größeren Haustiere wie Schafe, Ziegen, Rinder usw. für die 13.411 Mill. Hektar Agrarland eine reichliche organische Substanzquelle sein. Allerdings kann Stalldünger aus dem Viehkral arider Gebiete nach GANSSEN (1968) bei Dürre nutzlos oder gar schädlich wirken, da die Tiere in Trockengebieten mit Pflanzen gefüttert werden, die einen relativ hohen Salzgehalt haben, und somit auch die Ausscheidungen dieser Tiere salzhaltiger als in den humiden Gebieten sind. Solcher Dünger könnte also bei der mangelnden Auswaschung den unerwünschten Salzgehalt der Böden

Tabelle 5

Versuchsfeld Gumra

pH-Werte der einzelnen Profile während des Untersuchungszeit-
raumes, gemessen in 1 n KCl.

	Sept. 1967		Mai 1968		Juli 1969	
Profil I						
0-5 cm	7.60		0-5	7.22	0-5	7.27
5-20	7.58		5-20	7.06	5-20	7.22
20-40	7.12		20-30	7.15	20-30	7.27
40-60	7.13					
Profil II						
0-5	7.23		0-5	6.92	0-5	7.22
5-20	6.82		5-20	6.80	5-20	7.13
20-40	7.14		20-40	7.00	20-40	7.02
40-60	6.92		40-60	7.20	40-50	7.05
60-80	7.03		60-70	7.32		
Profil III						
0-5	7.18		0-5	7.02	0-5	7.02
5-20	7.24		5-20	6.90	5-20	6.86
20-40	7.12		20-40	7.10	20-40	7.08
40-60	7.00		40-60	7.20	40-60	7.03
60-90	7.06				60-80	7.12
Profil IV						
0-5	7.42		0-5	7.10	0-5	7.11
5-20	7.38		5-20	7.03	5-20	7.05
20-40	7.30		20-40	7.12	20-40	7.02
40-90	7.21		40-60	7.21	40-60	7.03
90-110	7.08		60-70	7.23	60-70	7.13
Profil V						
0-5	7.15		0-5	7.18	0-5	7.16
5-20	7.18		5-20	7.21	5-20	7.21
20-40	7.22		20-40	7.32	20-40	7.11
40-90	7.25		40-60	7.36	40-60	7.16
90-130	7.32		60-90	7.24	60-90	7.25

weiter erhöhen.

Aus diesem Grunde müssen die Stalldünger im Herbst kurz vor dem regenreichen Winter und Frühjahr auf die Felder gebracht werden.

Die Versuchsfelder in Çumra wurden nur nach der Melonenernte mit 2000 kg/ha Stalldünger (80% Schaf, 20% Pferd) gedüngt, um im darauffolgenden Frühjahr mit Zuckerrüben bestellt zu werden. Da die Zuckerrüben die Haupternte auf diesen Feldern bringen, können die teuren und schwer zu beschaffenden Stalldünger nur für diese Kulturpflanze dem Boden zugesetzt werden.

6.7 pH-Wert der einzelnen Profile während des Untersuchungszeitraumes

In den Profilen von Çumra lagen die pH-Werte auf Grund des hohen CaCO_3 -Gehaltes alle im alkalischen Bereich. Ein Ansteigen oder Absinken des pH-Wertes während des Untersuchungszeitraumes wurde, wie in (Tabelle 5) aufgeführt, festgestellt.

Im allgemeinen läßt sich sagen, daß die Wasserstoff-Ionenkonzentration parallel zur Konzentration der leichtlöslichen Salze läuft. Auch hier liegen die Septemberwerte höher als die vergleichbaren Juli- und Maiwerte. Die Schwankungen sind aber nur gering.

6.8 Die Verhältnisse von Grund- und Bewässerungswasser zur Zeit der Probeentnahme

Das Grundwasser und das Bewässerungswasser wurden in Çumra zusammengefaßt, da die Bewässerung aus Bohrungen und Brunnen erfolgte, die auf den Versuchsfeldern selbst liegen. Bei den Bestimmungen des Salzgehaltes des Grundwassers war eine jahreszeitlich gebundene Salzbewegung nicht immer festzustellen, da diese durch die Düngung, Bodenbearbeitung und Fruchtfolge überdeckt wird.

Von den einzelnen Ionen herrschten die HCO_3^- vor. An zweiter Stelle folgten in gleicher Intensität Ca^{2+} und Mg^{2+} . Na^+ und Cl^- erreichten kaum Werte bis 3 mval/l. SO_4^{2-} -Ionen konnten vernachlässigt werden, da sie nur im Juli 1969 in den Grundwasserproben von Profil I und II und in Brunnen I schwach vertreten waren. Die aus Profil V entnommenen Grundwasserproben zeigten eine zeitlich bedingte Salzanhäufung.

Tabelle 6

Versuchsfeld Gumra

Tiefe und Salzgehalt des Grundwassers während des Untersuchungszeitraumes

Profile u. Zeit d. Probe- entnahme	Tiefe in cm	pH	Leitföh. mmhos/cm bei 25°C	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Kationen mval/l Na ⁺ Mg ²⁺ Ca ²⁺	Na ⁺ SARA $\sqrt{\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{2}}$	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	Anionen mval/l
Profil I												
25.5.68	30	7.40	0.64	2.62	2.15	1.40	0.93	-	4.45	-	2.10	
11.7.69	30	7.20	0.84	3.80	3.20	1.90	0.89	-	3.90	2.20	1.90	
13.9.67	60	8.10	0.77	3.40	3.10	1.20	0.66	-	5.20	-	1.30	
Profil II												
25.5.68	70	7.50	0.73	2.90	2.20	1.20	0.79	-	4.80	-	2.20	
11.7.69	50	7.40	0.79	3.70	3.30	1.50	0.95	-	5.30	1.70	2.00	
13.9.67	80	7.10	0.82	3.35	2.85	1.30	0.76	-	4.70	-	2.30	
Profil III												
25.5.68	60	7.60	0.77	3.20	2.60	2.20	1.37	-	4.90	-	2.20	
11.7.69	80	7.30	0.84	4.10	3.30	1.50	0.95	-	5.30	1.70	2.00	
13.9.67	90	7.20	0.56	3.35	2.85	1.30	0.76	-	4.70	-	2.30	
Profil IV												
26.5.68	70	7.50	0.69	2.70	2.30	0.60	0.39	-	4.80	-	1.85	
12.7.69	74	7.40	0.48	3.50	2.80	0.80	0.66	-	4.50	-	1.70	
14.9.67	110	7.10	0.52	3.10	2.70	1.20	0.70	-	4.20	-	2.20	
Profil V												
26.5.68	90	7.30	0.63	2.90	2.50	0.70	0.43	-	3.80	-	2.10	
12.7.69	86	7.60	0.68	3.20	2.90	0.90	0.52	-	5.10	-	1.40	
14.9.67	130	7.50	0.81	3.70	3.10	1.40	0.77	-	5.70	-	1.80	

Tabelle 7

Versuchsfeld Çumra

Tiefe und Salzgehalt des Brunnenwassers während des Untersuchungszeitraumes

Brunnen u. Zeit d. Probe- entnahme	Tiefe in cm	pH	Leitföh. mmhos/cm bei 25°C	Kationen mval/l	Na ⁺ Kationen mval/l	Na ⁺ $\sqrt{\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{2}}$	CO ₃ ²⁻ -HCO ₃ ⁻	Anionen mval/l	SO ₄ ²⁻ -Cl ⁻	Klasse
I										
27.5.68	70	7.61	0.42	2.00	1.10	0.70	0.59	3.20	-	0.90 (C ₂ -S ₁)
13.7.69	50	7.60	0.76	3.10	2.80	1.60	0.93	4.10	0.80	2.50 "
14.9.67	70	7.40	0.53	2.90	1.60	1.85	1.15	4.90	-	1.10 "
II										
27.5.68	90	7.70	0.52	2.10	1.85	1.30	0.92	4.00	-	1.00 (C ₂ -S ₁)
13.7.69	90	7.20	0.34	1.80	1.20	0.60	0.50	2.50	-	1.30 "
15.9.67	140	7.10	0.58	3.10	2.80	1.40	0.82	4.20	-	2.60 "
III										
27.5.68	100	7.90	0.34	2.30	1.80	0.80	0.57	3.40	-	0.90 (C ₂ -S ₁)
13.7.69	145	7.20	0.38	2.20	1.70	0.80	0.61	2.80	-	1.40 "
15.9.67	140	7.30	0.54	2.60	1.90	1.20	0.80	4.10	-	1.80 "
IV										
27.5.68	100	8.00	0.35	2.10	1.50	0.40	0.30	3.10	-	1.00 (C ₂ -S ₁)
14.7.69	140	7.30	0.39	1.48	1.25	0.90	0.81	2.80	-	1.40 "
15.9.67	140	7.50	0.53	2.60	1.90	1.35	0.90	4.30	-	1.20 "

So hatte das Grundwasser in Profil V im September 1967 eine Salzkonzentration von 0.81 mmhos/cm, im Mai 1968 sank diese bis auf 0.63 mmhos/cm und stieg im Juli 1969 auf 0.68 mmhos/cm an (Tabelle 6).

Die gleiche Tendenz zeigte auch das Grundwasser der Profile I und II. Im Profil III steigerte sich dagegen der Salzgehalt des Grundwassers von 0.56 mmhos/cm im September 1967 bis auf 0.77 mmhos/cm im Mai 1968. Ebenso war eine Steigerung im Grundwasser des Profils IV von 0.52 mmhos/cm im September 1967 auf 0.69 mmhos/cm im Mai 1968 festzustellen (Tabelle 6).

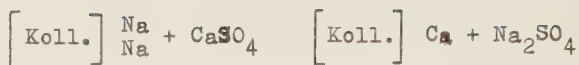
Von September bis Mai zeigte im allgemeinen das Bewässerungswasser gleichsinnige Schwankungen wie das Grundwasser in der Salzkonzentration. Weil die Brunnen und Bohrungen sich auf den gleichen Feldern befanden, wurden sie wie das Grundwasser von den gleichen, auf den Salzgehalt des Bodens wirkenden Faktoren beeinflusst. Auch im Bewässerungswasser waren die HCO_3^- -Ionen am stärksten vertreten, dann folgten Mg^{2+} , Ca^{2+} und Cl^- . Der Na-Gehalt war allerdings bedenklich hoch 0.80 - 1.85 mval/l (Tabelle 7), was bei einer unsachgemäßen Bewässerung schlechte Folgen haben könnte.

Nach der Klassifikation der Bewässerungswasser von L.A. RICHARDS enthält Brunnen I $c_2 - s_1$ Wasser, welches für Pflanzen mit mittlerer Salzresistenz ohne Bedenken verwendet werden kann. Bei salzempfindlichen Kulturen besteht allerdings in geringem Maße die Gefahr, daß die austauschbaren Na^+ -Ionen durch die Bewässerung eine vegetationsfeindliche Konzentration erreichen.

In seiner Klassifikation gibt RICHARDS weiter an, daß bei der Bewässerung von kalkreichen, alkalischen Böden mit $c_2 - s_1$ Wasser periodische Gipsgaben zugesetzt werden müssen, damit ein günstiges $\text{Ca}^{2+} : \text{Mg}^{2+} : \text{Na}^+$ -Verhältnis wieder hergestellt wird, d.h., daß der Gehalt an Na^+ den Gehalt an $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ der Bodenlösung nicht mehr als das Vierfache übersteigen darf, damit kein Austausch mit den zweiwertigen Basen des Ca^{2+} und Mg^{2+} am Sorptionskomplex stattfinden kann.

In Gumra allerdings liegen die Verhältnisse anders. Hier könnte die von RICHARDS empfohlene Gipsgabe negative Folgen haben, da das durch die Gipsgabe entstehende Na_2SO_4 schlecht ausgewaschen

werden kann.



Die Entwässerungsmöglichkeiten sind in Qumra sehr beschränkt, was schließlich zu einer vegetationsfeindlichen Anreicherung von Na_2SO_4 im Oberboden führt, wenn keine künstliche Ableitung erfolgt.

Die Brunnen II - IV enthalten ebenso wie Brunnen I $c_2 - s_1$ Wasser.

Die reichlich vorhandenen CaCO_3 -Anteile des Bodens von Qumra rufen einen ebenso reichlichen Anteil an Ca^{2+} und HCO_3^- im Grundwasser hervor. Da die Ca-Ionen eine ausflockende Wirkung besitzen, ist das Grundwasser von Qumra klar und fast frei von Kolloiden.

Die Tiefe, von der ab Verdunstung und Versalzung jäh zu wachsen beginnen, bezeichnet man als "kritische Tiefe des Grundwassers". (JANITZKY, P., 1957). Dieser Begriff ist unmittelbar von der mittleren Jahrestemperatur abhängig und läßt sich folgendermaßen darstellen: $y = 170 + 8x \pm 15$ cm. Wobei x die mittlere Jahrestemperatur angibt. Bei bekanntem x kann man für schwere Lehme im Bereich des kontinentalen Trockenklimas mit ± 15 cm Genauigkeit die kritische Grundwassertiefe feststellen. Innerhalb eines bestimmten Klimabereichs ändert sich die kritische Tiefe mit der mechanischen Zusammensetzung und dem Zustand des Bodens. Im Durchschnitt schwankt die kritische Tiefe des Grundwassers zwischen 1 und 3 Meter; sie ist geringer bei schweren und größer bei leichten Böden.

Nach den Angaben von JANITZKY beträgt die kritische Grundwassertiefe in Qumra $2.62 \text{ cm} \pm 15$ cm. Der Grundwasserspiegel der Versuchsfelder von Qumra lag in den trockenen Sommermonaten nachweislich zwischen 60 - 140 cm Tiefe (Bild 9, 10, 11). Zur Vermeidung einer späteren Versalzung der Felder hätte der Grundwasserspiegel in den extrem trockenen Sommermonaten danach bis auf 2.50 m mindestens sinken müssen.

6.8.1 Empfehlenswerte Wassermenge bei einer Bewässerung in Qumra

Die Bestimmung der Feldkapazität, des permanenten Welkepunktes und des Raumgewichtes wurden im September 1967 in Qumra durchgeführt.

Die folgende Tabelle zeigt die Ergebnisse der Bodenuntersuchung auf FK, WP und Raumgewicht in Profil III.

Profil III 1967 (Brache)

Tiefen cm	Feldkapazität H ₂ O-Gehalt Vol%	Welkepunkt H ₂ O-Gehalt Vol%	Raumgewicht %
0 - 20	42.3	25.5	1.60
20 - 40	43.7	28.4	1.60
40 - 60	47.0	29.2	1.60

Die dazu notwendigen Proben wurden vom Feld III, das brach lag, von einer Versuchsparzelle (34.2m² groß), aus 0 - 20 cm, 20 - 40cm und 40 - 60 cm Tiefe entnommen. Von der gleichen Parzelle wurden auch Proben zur Feuchtigkeitsmessung verwendet, und zwar eine vor der Bewässerung und eine nach der Bewässerung, als das Wasser vollständig von der Feldoberfläche verschwunden war.

Bei der Bewässerung wurde 147 mm Wasser gegeben, eine hier übliche Bewässerungsmenge.

Feuchtigkeitsgehalt in % vor der Bewässerung:

Tiefe in cm	Feuchtigkeitsgehalt in %				Ø F.-Gehalt in %
0 - 20	21.0	23.3	20.8	21.4	23.9
20 - 40	28.9	25.7	21.4	24.8	30.3
40 - 60	37.7	39.6	35.7	37.1	36.1

Feuchtigkeitsgehalt in % nach der Bewässerung:

Tiefe in cm	Feuchtigkeitsgehalt in %				Ø F.-Gehalt in %
0 - 20	48.7	46.9	51.3	42.2	47.3
20 - 40	50.2	45.6	52.7	46.8	48.7
40 - 60	56.4	53.8	58.4	53.0	55.4

Um die Feldkapazität zu erreichen, benötigt man nach den oben besprochenen Angaben nur 102.7 mm Wasser . Somit könnte eine erhebliche Wassermenge gespart werden, außerdem würde der Grundwasserspiegel nicht zusätzlich erhöht, und ein kapillarer Wasseranstieg aus den unteren Bodenschichten zur Oberfläche würde vermieden.

An Stelle der Furchenbewässerung ist die Beregnung während der Nacht sehr zu empfehlen, weil dann die Verdunstung geringer, die Wassermenge genauer abmessbar und das Wasser auf dem Feld gleichmäßiger zu verteilen ist.

TRUDY POCVENNGO (1946/47) empfiehlt zur Erreichung eines ständig nach unten gerichteten Bodenwasserstromes in den extrem ariden Gebieten alle 10 - 15 Tage eine Bewässerung in den heißen Monaten, damit der Wassergehalt des Bodens nicht unter 75% der Feldkapazität absinkt.

6.9 Leichtlösliche Salze

Der Salzvorrat eines Bodens ist keine zeitlich konstante Größe. Die einseitige Verlagerung der Jahresniederschläge auf das Winterhalbjahr und die hohen Temperaturen während des trockenen Sommerhalbjahres bedingen regelmäßige Schwankungen in der Menge und Zusammensetzung der leichtlöslichen Salze, sowohl in der festen, als auch in der flüssigen Phase des Bodens (JANITZKY, P., 1957).

Nach LOBOVA, E.V. und ROZANOV (1951) ist ein Boden frei von leichtlöslichen Salzen, wenn der Trockenrückstand des wässrigen Auszuges nicht mehr als 0.25% vom Bodengewicht enthält. Schwach versalzte Böden enthalten 0.25 - 0.50%, mäßig versalzte 0.50 - 0.70%,

und stark versalzte 0.70 - 1.00% Trockenrückstand.

Wichtig ist der Salzgehalt innerhalb der die Hauptwurzelmasse beherbergenden Bodenschicht 0 - 80 - 100 cm . Die obersten 0 - 5 cm werden nicht berücksichtigt, weil in ihnen der Salzgehalt infolge der Witterungseinflüsse (Niederschläge, Verdunstung und Temperatur) den größten Schwankungen unterworfen ist.

Den Salzgehalt des wässrigen Auszuges in Prozent gibt folgende Gleichung an:

$$\text{Salzgehalt \%} = 0.07 \times (\text{EC} \times 10^3)$$

wobei $\text{EC} \times 10^3$ die in mmhos ausgedrückte elektrische Leitfähigkeit bei 25°C bedeutet. Es ergibt sich nach L.A.RICHARDS (1954) die folgende Einteilung in Bezug auf die Ernte-Ertragsbeeinflussung:

mmhos/cm	% Salzgehalt
0 - 2	0 - 0.14 Salzwirkung kann allgemein vernachlässigt werden.
2 - 4	0.14 - 0.28 Erträge sehr empfindlicher Pflanzen können beeinträchtigt werden.
4 - 8	0.28 - 0.56 Verminderte Erträge vieler Kulturarten.
8 - 16	0.56 - 1.12 Nur salzverträgliche Pflanzen geben lohnende Erträge.
16	1.12 Nur vereinzelte, sehr salzverträgliche Kulturen geben mäßige Erträge.

Die Salzverträglichkeit ist keine einheitliche Größe für alle Pflanzen. Schon bei 0.1% Salzgehalt tritt eine Qualitätsverschlechterung bei Kartoffeln ein, die Zuckerrübe dagegen verträgt ohne größeren Schaden zu nehmen einen Salzgehalt von 0.4 - 0.6%, bei höheren Werten geht allerdings der Zuckergehalt zurück. Die Baumwolle gibt noch lohnende Erträge bei Versalzungen über 0.5% . Bei 1% Salzgehalt geht auch sie zugrunde.

Bei der Salzverträglichkeit spielen neben dem Wassergehalt des Bodens, der Bodenbearbeitung, den Saatzeiten, auch die Witterungs-

verhältnisse eine große Rolle (EGOROV 1954). Ebenso wirken die einzelnen Salze auch verschieden auf die Pflanzen. Bei vorwiegend aus Sulfaten bestehenden Salzen, beginnt der Ertrag des Weizens mit 0.10 - 0.30% Salzgehalt abzusinken, bei Chloriden mit 0.05 - 1.00% und bei Soda schon bei 0.005% (SADAWNIKOV, I., 1952).

Die Salze wirken bei den Pflanzen in den verschiedenen Entwicklungsstadien und Sorten auch verschieden, z.B. kann ausgewachsene Luzerne Salze bis 0.70% vertragen, wogegen sie bei ihrer Jugendentwicklung äußerst empfindlich ist, und mit einer Konzentration von 0.08% schon zugrunde geht. Bei 3% Salzgehalt hört, außer bei einigen ausgesprochenen Halophyten, jedes Pflanzenleben auf.

Gewöhnlich besteht die Hälfte der gelösten Salze aus schwerlöslichen, unschädlichen Verbindungen, deren Lösungen bei dem Boden-Wasserverhältnis (bei der Extraktgewinnung) gesättigt sind.

6.9.1 Salzbewegung in den Profilen im Beobachtungszeitraum

Die Profile in Çumra zeigten eine deutliche jahreszeitlich bedingte Salzbewegung.

Profil I hatte im September 1967 bei 0 - 5 cm Tiefe eine Salzkonzentration von 7.89 mmhos/cm, welche im Mai 1968 auf 2.41 mmhos/cm absank und sich im Juli 1969 wieder auf 5.21 mmhos/cm erhöhte. In 5 - 20 cm Tiefe bewegten sich die Salze mit der gleichen Tendenz. Im September 1967 betrug die Salzkonzentration dort 3.08 mmhos/cm, im Mai 1968 1.62 mmhos/cm und im Juli 1969 3.45 mmhos/cm. In dem Bereich zwischen 20 - 30 - 40 cm ergab sich dagegen ein anderes Bild. Hier lagen die Septemberwerte von 1967 am niedrigsten: September 1967 1.53 mmhos/cm, Mai 1968 3.28 mmhos/cm, Juli 1969 2.00 mmhos/cm (Tabelle 8, Abb.16, 18).

Der hohe Anteil der SO_4^{2-} -Ionen im Jahre 1967 ist auf die beträchtliche Kalium- und Ammoniumsulfat-Düngung zurückzuführen, die im Herbst 1966 und im Frühjahr 1967 auf diesen Feldern durchgeführt wurde. (Im Herbst wurden 100 kg/ha Kaliumsulfat und im Frühjahr 150 kg/ha Ammoniumsulfat gegeben).

Im Jahre 1967 erreichte auch der Anteil der Na^+ -Ionen mit 44.88 mval/l die höchste Konzentration in diesem Profil (Abb. 16). Sowohl das Grundwasser als auch das Bewässerungswasser dieser Felder zeigten einen ungünstigen Na^+ -Gehalt (Grundwasser 1.20 mval/l, Bewässerungswasser 1.85 mval/l). Da beim Anbau von Weizen keine Bewässerung durchgeführt wird, konnten sich die Na^+ -Ionen bei dem hohen Grundwasserstand ungestört rasch an der Oberfläche anreichern.

Innerhalb der einzelnen Jahre herrschte zwischen Ca^{2+} , Mg^{2+} und HCO_3^- -Ionen ein Gleichgewicht, und es zeigten sich keine wesentlichen Unterschiede in ihrer Konzentration. In der obersten Bodenschicht, im September 1967, war Chlor schwach vertreten (13.3 mval/l). Kalium lag in sehr geringen Konzentrationen vor und konnte daher praktisch vernachlässigt werden.

Profil II zeigte im September 1967 geringere Konzentrationen der leichtlöslichen Salze im Oberboden als Profil I. Bei Tiefe 0 - 5 cm 3.85 mmhos/cm, 5 - 20 cm 2.06 mmhos/cm, 20 - 40 1.96 mmhos/cm. Von den einzelnen Ionen erreichte der SO_4^{2-} -Anteil etwa die Hälfte und der Na^+ -Anteil etwa ein Viertel der Konzentrationen von Profil I, was auf das tiefer liegende Grundwasser, die schwächere Düngung, statt 250 kg/ha nur 150 kg/ha Ammoniumsulfat, und die dreimalige Bewässerung der Melonenfelder zurückzuführen ist (Tabelle 9, Abb. 16, 18).

Im Mai 1968 war der Salzgehalt des Oberbodens stark abgesunken: In 0 - 5 cm Tiefe 1.45 mmhos/cm, 5 - 20 cm 0.67 mmhos/cm, 20 - 40 cm 0.70 mmhos/cm. Die reichlich gefallenen Frühjahrs- und Winterniederschläge und die schon einmal durchgeführte Bewässerung zeigten hier ihre Auswirkung.

Im Juli 1969 steigerte sich mit dem Weizenanbau der SO_4^{2-} -Anteil im Oberboden sofort um das Dreifache. Die Na^+ -Ionen konnten sich durch die sehr lange andauernden Frühjahrsniederschläge im Oberboden nicht anreichern (In der Zeit zwischen Januar und Juli 1969 fielen 170.4 mm mehr Niederschlag als das langjährige Mittel angab).

Profil III zeigte im September 1967 in der obersten Bodenschicht von 0 - 5 cm Tiefe eine Leitfähigkeit von 1.58 mmhos/cm, 5 - 20 cm 1.39 mmhos/cm und von 20 - 40 cm nur 0.92 mmhos/cm an. Die leichtlöslichen Salze sind in Tabelle 10 und den Abb. 17, 18 ersichtlich.

Die Konzentration der SO_4^{2-} erreichte 7.80 mval/l und die der Na^+ -Ionen 3.85 mval/l. Die Brachlegung des Feldes und die Tiefe des Grundwassers waren hier von großer Bedeutung.

Im Mai 1968 wurden im gleichen Profil bei 0 - 5 cm Tiefe 1.84 mmhos/cm, 5 - 20 cm 0.98 mmhos/cm und 20 - 40 cm Tiefe 1.35 mmhos/cm festgestellt. Der SO_4^{2-} -Anteil blieb unverändert, dafür steigerte sich der Na^+ -Gehalt, was wiederum auf den höheren Grundwasserstand zurückzuführen ist. Hinzu kommt, daß die Niederschläge im April und Mai weit unter der Norm lagen, so daß Na^+ nicht ausgewaschen werden konnte.

Im Juni 1969 standen Zuckerrüben auf dem Feld. Die Konzentration der Salze erreichte einen Höchststand: 0 - 5 cm Tiefe 2.25 mmhos/cm, 5 - 20 cm 2.36 mmhos/cm, 20 - 40 cm 2.30 mmhos/cm (Tabelle 10, Abb. 18).

Düngung und Bewässerung wirkten gleichermaßen stark auf die Anreicherung der Sulfat- und Natriumionen. Die Zuckerrüben waren zur Zeit der Probeentnahme bereits zweimal bewässert.

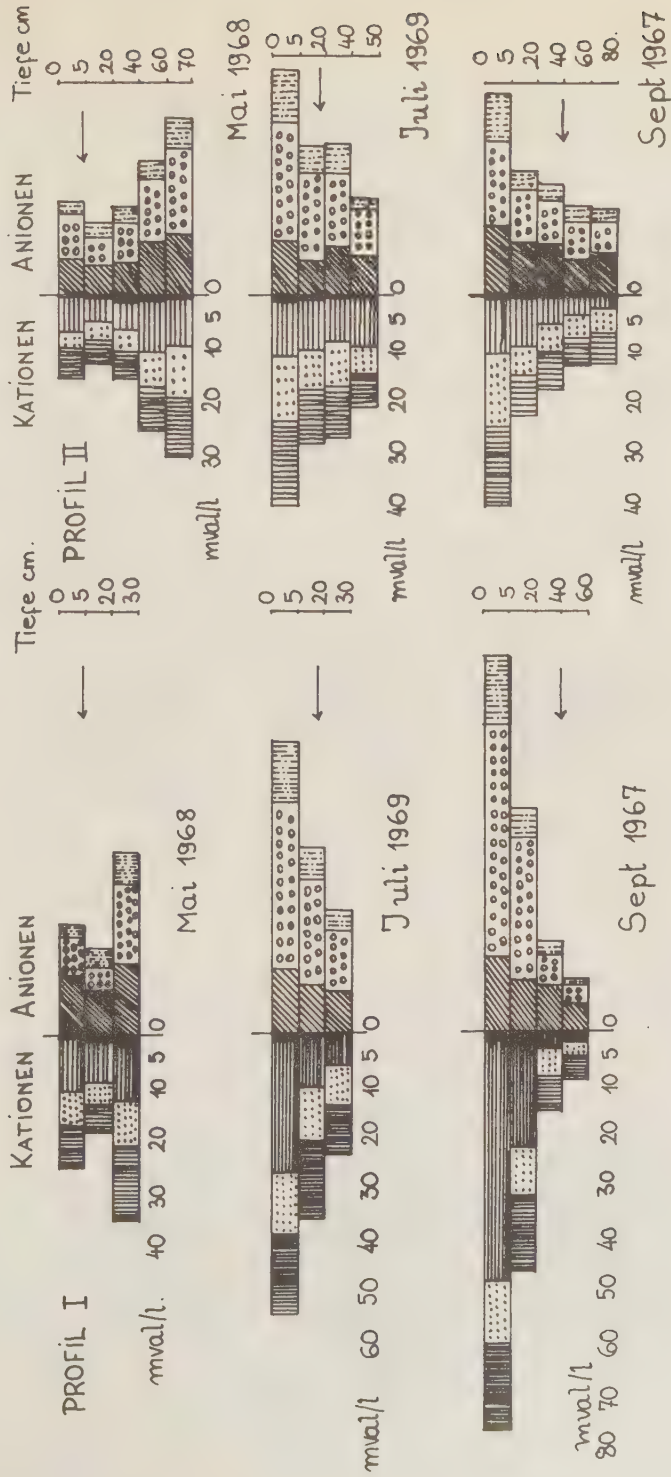
Profil IV. Im September 1967 stand dieses Feld unter Zuckerrübenkultur. Im Oberboden wurden Salzkonzentrationen von 0 - 5 cm 2.85 mmhos/cm, 5 - 20 cm 2.56 mmhos/cm, 20 - 40 cm 1.45 mmhos/cm gemessen. Der Sulfat- und Natriumionen-Anteil lag im Vergleich zu den Frühjahrs- und Juli-Messungen erheblich höher, was ebenfalls der Düngung und Bewässerung zuzuschreiben ist (Tab. 11, Abb. 18).

Im Mai 1968 stand Weizen auf dem Feld. Da der Grundwasserstand selbst im Mai tief genug war und die Felder nicht so stark mit Sulfatgaben wie bei Rüben und Melonen gedüngt wurden, waren die Konzentrationen im Oberboden niedrig: 0 - 5 cm 0.86 mmhos/cm, 5 - 20 cm 0.84 mmhos/cm, 20 - 40 cm 0.90 mmhos/cm. (Tab. 11, Abb. 18).

Im Jahre 1969 lag das Feld brach. In dem äußerst regenreichen Winter und Frühjahr stieg der Grundwasserspiegel ständig an; dann folgte Mitte Juni eine starke Trockenperiode, so daß die Salze sich im Oberboden anreichern konnten: 0 - 5 cm 2.18 mmhos/cm, 5 - 20 cm 2.00 mmhos/cm, 20 - 40 cm 0.95 mmhos/cm (Tabelle 11, Abb. 18).

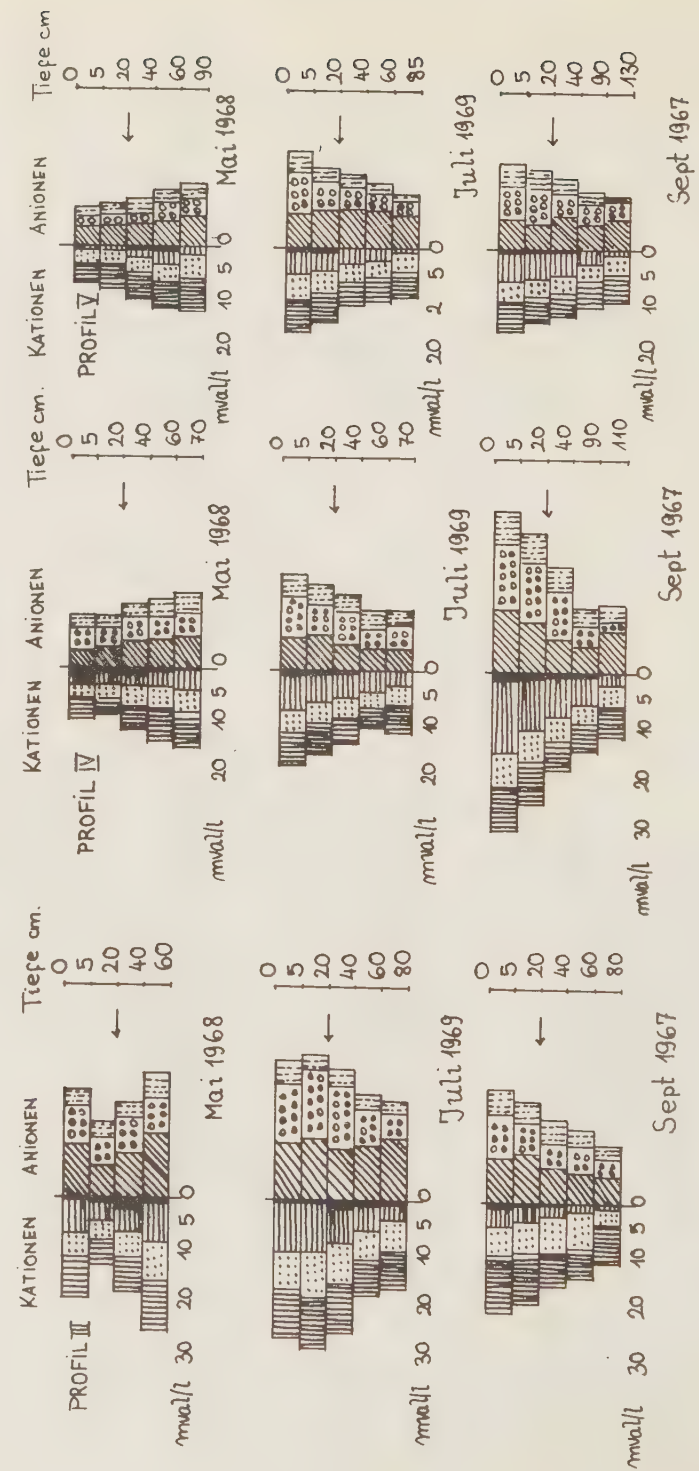
Profil V. Auf diesem Feld wurde nur Weizen in Monokultur ohne Bewässerung und mit geringen Ammoniumsulfatgaben (ca 150 kg/ha mit

Versuchsfeld Gumra: Konzentration der löslichen Salze in verschiedenen Untersuchungs-
Zeiten und Tiefen.



	K^+		Mg^{2+}		HCO_3^-
	Na^+		Ca^{2+}		SO_4^{2-}
					Cl^-

Versuchsfeld Gumra: Konzentration der löslichen Salze in verschiedenen Untersuchungs-
Zeiten und Tiefen.



Legend:

- K⁺ (Solid black)
- Na⁺ (Horizontal lines)
- Mg²⁺ (Dotted)
- Ca²⁺ (Vertical lines)
- HCO₃⁻ (Diagonal lines)
- SO₄²⁻ (Cross-hatch)

der Aussaat im Herbst) angebaut.

Die im September 1967 durchgeführten Untersuchungen ergaben in verschiedenen Tiefen folgende Salzkonzentrationen:

0 - 5 cm 1.78 mmhos/cm, 5 - 20 cm 1.75 mmhos/cm, 20 - 40 cm 1.71 mmhos/cm, 40 - 90 cm 1.20 mmhos/cm, 90 - 130 cm 0.92 mmhos/cm.

Im Mai 1968 wurde der Salzanteil des Profils geringer:

0 - 5 cm 0.53 mmhos/cm, 5 - 20 cm 0.64 mmhos/cm, 20 - 40 cm 0.70 mmhos/cm, 40 - 60 cm 0.86 mmhos/cm, 60 - 90 cm 0.93 mmhos/cm.

Im Juli 1969 steigerte sich der Salzgehalt fast wieder bis auf die Septemberwerte:

0 - 5 cm 1.56 mmhos/cm, 5 - 20 cm 1.50 mmhos/cm, 20 - 40 cm 1.33 mmhos/cm, 40 - 60 cm 0.91 mmhos/cm, 60 - 90 cm 0.84 mmhos/cm (Tabelle 12).

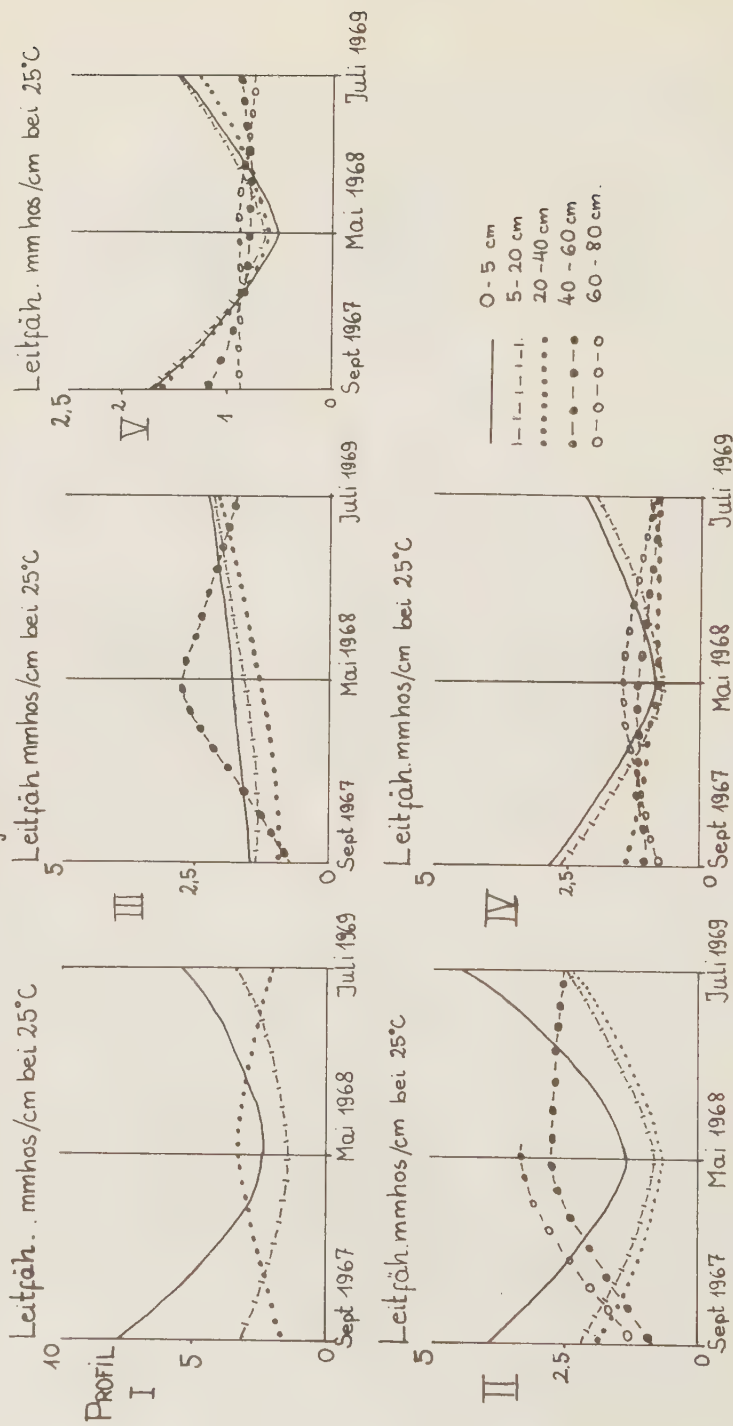
Im September 1967 und Mai 1968 waren von den Kationen die Ca^{2+} am stärksten vertreten, es folgten Mg^{2+} und Na^+ . Bei den Anionen lag das Verhältnis folgendermaßen: $\text{HCO}_3^- > \text{SO}_4^{--} > \text{Cl}^-$. Im Juli 1969 lag dagegen im Oberboden (0 - 40 cm) der Na^+ -Anteil höher im Vergleich zu den anderen Kationen, auch bei den Anionen fand eine Verschiebung zugunsten der SO_4^{--} statt, die hier dominierend waren. Ab 40 cm Tiefe sah die Verteilung der Ionen folgendermaßen aus: $\text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{Na}^+ / \text{HCO}_3^- > \text{SO}_4^{2-} > \text{Cl}^-$.

In den untersuchten Profilen in Çumra konnte im Untersuchungszeitraum eine klare Salzbewegung anhand der Untersuchungsergebnisse festgestellt werden. Die Unterschiede waren bei den Profilen mit höherem Grundwasserspiegel am deutlichsten.

Profil I, das im September 1967 einen Grundwasserspiegel von nur 60 cm, im Mai 1968 30 cm, und im Juli 1969 ebenfalls 30 cm hatte, zeigte die höchsten Leitfähigkeits-Werte und die deutlichste Salzbewegungskurve (Abb. 18). Die hohen Leitfähigkeits-Werte von September 1967 im Oberboden erreichten im Mai 1968 ihr Minimum und steigerten sich wieder mit der zunehmenden Verdunstung im Juli 1969.

In dem Bereich zwischen 20 - 30 - 40 cm war die Tendenz eindeutig

Versuchsfeld Gumra : Die Leitfähigkeitsschwankungen der Horizonte in den drei verschiedenen Untersuchungszeiten.



anders; hier lagen die Mai-Werte wesentlich höher als die September- und Juli-Werte, weil sich die leichtlöslichen Salze durch die starken Frühjahrsniederschläge in dieser Tiefe anreichern konnten.

Profil II hatte im September 1967 einen Grundwasserspiegel von 80 cm Tiefe, im Mai 1968 70 cm und im Juli 1969 nur noch 50 cm. Die Salzbewegung in diesem Profil verlief daher ähnlich wie im Profil I. Im Oberboden, 0 - 40 cm Tiefe, waren die September- und Juli-Konzentrationen der leichtlöslichen Salze durch die intensivere Verdunstung viel höher als die Mai-Werte. Unter 40 cm Tiefe zeigte die Salzbewegungskurve (Abb. 18) eine entgegengesetzte Bewegung der Salze. Die durch die starken Frühjahrsniederschläge in diesem Bereich verlagerten Salze ergaben auch höhere Leitfähigkeitswerte als im September und Juli.

Profil III hatte im September 1967 einen Grundwasserstand von 90 cm Tiefe, im Mai 1968 betrug er 60 cm und im Juli 1969 80 cm. Die Salzbewegung dieses Profils unterschied sich von den vorhergehenden wie folgt. Die Konzentration der leichtlöslichen Salze des Oberbodens in 0 - 40 cm Tiefe war im September 1967 geringer als im Mai 1968, denn dieses Feld lag im Jahre 1967 brach und hatte einen niedrigen Grundwasserstand (90 cm), so daß die Salze sich im Oberboden nicht so leicht anreichern konnten. Unterhalb von 40 cm Tiefe waren die Mai-Konzentrationen der leichtlöslichen Salze durch den höheren Grundwasserstand in den Böden erhöht.

Profil IV hatte im September 1967 einen Grundwasserstand von 110 cm, im Mai 1968 70 cm und im Juli 1969 von 70 cm Tiefe. Auch hier erreichte der Oberboden von 0 - 20 cm seine höchsten Leitfähigkeits-Werte im September 1967 bedingt durch die starke Verdunstung. Im Mai 1968 ging diese sehr stark zurück (Abb. 18), um im Juli 1969 wieder anzusteigen.

Ab 20 cm Tiefe war schon eine entgegengesetzte Tendenz bei der Salzbewegung festzustellen, so lagen in dem Bereich von 20 cm bis 80 cm Tiefe die Leitfähigkeits-Werte im Mai 1968 höher als im September 1967 und Juli 1969. Man kann dies an der Bestellung dieses Feldes erklären, denn es stand 1967 unter Zuckerrüben-Kultur, wurde bewässert und intensiv gedüngt, so daß die Wasser-

Tabelle 8

Versuchsfeld Qumra

Leichtlösliche Salze im Sättigungsextrakt des Bodens

Profil I

Profile	Zeit der Probe- entnahme	Tiefe in cm	pH von Boden- paste	Leitföh. mmhos/cm bei 25°C	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	$\frac{Na^+}{Ca^{2+}+Mg^{2+}}$	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	
Profil I	13.9.67	0-5	7.93	7.89	18.45	13.21	44.88	1.20	1.40	-	14.33	44.35	13.30	
		5-20	7.82	3.08	14.52	9.30	21.00	1.00	-	-	9.90	27.20	6.40	
		20-40	7.75	1.53	6.80	5.50	2.30	0.60	-	-	-	8.60	5.47	2.10
		40-60	7.76	0.93	4.86	2.35	1.30	0.50	-	-	-	5.30	3.00	0.90
Profil I	25.5.68	0-5	7.85	2.41	8.16	6.13	9.84	0.80	-	-	10.66	7.30	2.20	
		5-20	7.69	1.62	5.13	4.30	7.44	1.28	-	-	-	8.30	3.40	3.35
		20-30	7.88	3.28	12.65	8.44	10.35	1.80	-	-	-	13.20	14.35	5.70
Profil I	11.7.69	0-5	7.90	5.21	15.41	11.80	24.44	1.40	-	-	12.40	31.50	10.10	
		5-20	7.85	3.45	14.72	10.54	9.41	0.90	-	-	-	9.50	19.70	5.60
		20-30	7.86	2.00	9.16	7.51	5.80	0.60	-	-	-	8.20	11.50	2.90

Tabelle 9

Versuchsfeld Çumra

Leichtlösliche Salze im Sättigungsextrakt der Böden

Profil II

Profile	Zeit der Probe- entnahme	Tiefe in cm	pH von Boden- paste	Leitföh. mmhos/cm bei 25°C	Ca ²⁺	Kationen mval/l		$\frac{Na^+}{Ca^{2+}+Mg^{2+}}$		CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Anionen mval/l	
						Mg ²⁺	Na ⁺		K ⁺			SO ₄ ²⁻	Cl ⁻
Profil II	13.9.67	0-5	7.80	3.85	14.11	12.65	11.40	1.10	-	-	13.40	26.30	9.46
		5-20	7.39	2.06	7.54	5.31	8.55	0.70	-	-	9.80	10.15	3.50
		20-40	7.72	1.96	7.35	5.30	5.20	0.40	-	-	9.20	8.10	3.10
		40-60	7.51	0.93	5.36	4.26	3.50	Sp	-	-	6.64	7.20	2.60
		60-80	7.68	1.13	5.60	4.45	2.10	Sp	-	-	7.70	5.60	2.64
Profil II	25.5.68	0-5	7.50	1.45	5.00	3.30	6.30	0.30	-	-	6.30	8.10	2.34
		5-20	7.40	0.67	4.20	3.00	4.65	0.80	-	-	5.10	6.40	1.60
		20-40	7.60	0.70	4.80	3.90	5.00	1.50	-	-	5.35	8.15	4.10
		40-60	7.80	2.60	8.45	6.70	9.30	1.70	-	-	9.80	11.30	3.30
		60-70	7.90	3.20	11.30	9.45	8.70	1.00	-	-	11.35	15.70	6.00
Profil II	11.7.69	0-5	7.85	4.27	15.26	12.43	10.63	1.00	-	-	9.63	22.41	10.30
		5-20	7.70	2.56	9.72	7.35	9.61	0.90	-	-	6.00	16.80	5.20
		20-40	7.65	2.50	9.40	8.60	8.50	0.50	-	-	8.60	14.20	5.00
		40-50	7.65	1.90	6.36	5.41	8.80	0.50	-	-	7.35	8.20	2.10

Tabelle 10

Versuchsfeld Çumra

Leichtlösliche Salze im Sättigungsextrakt der Böden

Profil III

Profile	Zeit der Probe- entnahme	Tiefe in cm	pH-von Boden- paste	Leitföh. mmhos/cm bei 25°C	Ca ²⁺	Kationen mval/l		$\frac{Na^+}{Ca^{2+}+Mg^{2+}}$		CO ₃ ²⁻	Anionen mval/l	
						Mg ²⁺	Na ⁺ K ⁺				HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻ Cl ⁻
Profil III 13.9.67	0-5	7.83	1.58	7.30	4.90	3.85	0.95	-	-	-	8.43	7.80
	5-20	7.87	1.39	6.40	4.65	2.70	0.90	-	-	-	8.60	5.45
	20-40	7.70	0.92	5.58	4.50	1.90	0.45	-	-	-	6.24	3.30
	40-60	7.60	0.87	5.40	4.15	1.20	Sp	-	-	-	5.45	3.35
	60-90	7.65	0.62	4.60	2.90	0.90	Sp	-	-	-	5.10	2.55
Profil III 25.5.68	0-5	7.65	1.84	6.86	4.53	5.84	0.73	-	-	-	9.38	7.11
	5-20	7.64	0.98	4.25	2.87	3.40	0.90	-	-	-	6.00	4.54
	20-40	7.75	1.35	6.00	4.64	4.55	1.10	-	-	-	8.10	6.50
	40-60	7.84	2.70	9.10	7.30	7.60	1.00	-	-	-	11.30	7.20
	60-80	7.66	2.25	9.64	7.45	9.15	0.60	-	-	-	10.50	11.30
Profil III 11.7.69	0-5	7.62	2.36	9.10	8.60	8.80	0.62	-	-	-	11.35	12.10
	5-20	7.70	2.30	8.80	7.15	6.40	1.35	-	-	-	9.45	11.50
	20-40	7.65	1.88	5.70	5.20	5.00	1.00	-	-	-	10.30	7.70
	40-60	7.70	1.80	7.65	5.60	2.30	0.70	-	-	-	11.60	4.00
	60-80	7.70	1.80	7.65	5.60	2.30	0.70	-	-	-	11.60	4.00

Tabelle 11

Versuchsfeld Gumra

Leichtlösliche Salze im Sättigungsextrakt der Böden

Profil IV

Profile	Zeit der Probe- entnahme	Tiefe in cm	pH von Boden- paste	Leitföh. mmhos/cm bei 25°C	Ca ²⁺	Kationen mval/l Mg ²⁺ Na ⁺ K ⁺	$\frac{Na^+}{Ca^{2+}+Mg^{2+}}$	CO ₃ ²⁻	Anionen mval/l HCO ₃ ⁻ SO ₄ ²⁻ Cl ⁻
Profil IV	14.9.67	0-5	8.04	2.85	7.90	5.70 13.40 1.20	1.00	-	11.20 12.35 2.65
		5-20	8.00	2.56	7.86	5.60 9.13 1.10	-	-	9.35 10.27 5.10
		20-40	7.96	1.45	5.33	3.68 7.30 0.60	-	-	6.10 8.34 4.00
		40-90	7.80	1.16	4.75	3.42 4.61 0.20	-	-	7.30 5.30 2.15
		90-110	7.70	0.96	4.80	3.20 2.10 Sp	-	-	7.70 3.00 2.20
Profil IV	26.5.68	0-5	7.70	0.86	3.11	2.05 2.40 0.65	-	-	3.15 3.60 2.25
		5-20	7.65	0.84	3.17	2.54 2.35 0.90	-	-	3.50 3.30 3.40
		20-40	7.70	0.90	4.15	3.60 2.55 1.10	-	-	4.70 4.20 3.30
		40-60	7.80	1.15	5.86	4.38 2.80 1.00	-	-	5.20 3.35 2.60
		60-70	7.86	1.38	5.94	4.42 3.10 0.50	-	-	6.10 4.45 3.00
Profil IV	12.7.69	0-5	7.72	2.18	6.45	5.60 7.50 1.20	-	-	8.50 7.30 3.20
		5-20	7.70	2.00	6.85	6.20 5.30 0.80	-	-	7.20 7.00 3.60
		20-40	7.66	0.92	4.80	3.56 3.80 0.60	-	-	5.40 4.10 2.80
		40-60	7.65	0.90	4.20	3.30 3.00 0.35	-	-	5.00 3.20 2.25
		60-70	7.73	0.95	4.50	2.80 2.10 Sp	-	-	4.70 2.20 2.00

Tabelle 12

Versuchsfeld Qumra

Leichtlösliche Salze im Sättigungsextrakt der Böden

Profil V (unbewässert)

Profile	Zeit der Probe- entnahme	Tiefe in cm	pH von Boden- paste	Leitföh. mmhos/gm bei 25°C	Ca ²⁺	Kationen mval/l		$\frac{Na^+}{Ca^{2+} + Mg^{2+}}$		CO ₃ ²⁻	Anionen HCO ₃ ⁻	Anionen mval/l	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻
Profil V	14.9.67	0-5	7.78	1.78	5.36	4.45	4.27	0.60	-	-	6.20	7.44	3.80	
		5-20	7.80	1.75	4.75	4.30	3.80	0.62	-	-	6.80	5.10	2.95	
		20-40	7.85	1.71	4.25	3.85	3.20	-	-	-	7.35	4.20	2.30	
		40-90	7.83	1.20	3.74	3.42	2.66	-	-	-	7.10	2.86	1.75	
		90-130	7.90	0.92	4.00	3.60	0.54	-	-	-	6.15	1.50	0.80	
Profil V	26.5.68	0-5	7.80	0.53	3.10	2.50	0.68	Sp	-	-	3.40	1.20	1.70	
		5-20	7.82	0.64	3.45	2.70	0.70	Sp	-	-	3.55	1.35	1.64	
		20-40	7.90	0.70	4.20	2.65	1.40	0.53	-	-	3.90	1.74	2.10	
		40-60	7.92	0.86	4.56	3.20	2.70	0.70	-	-	4.40	2.80	2.00	
		60-90	7.87	0.93	4.94	4.15	1.80	Sp	-	-	5.30	3.15	1.80	
Profil V	12.7.69	0-5	7.80	1.56	4.58	3.75	5.30	0.91	-	-	4.60	6.45	3.65	
		5-20	7.85	1.50	4.30	3.40	5.20	0.64	-	-	4.20	5.86	3.40	
		20-40	7.75	1.33	3.80	3.35	4.75	0.35	-	-	5.75	4.10	2.80	
		40-60	7.78	0.91	3.47	3.40	2.70	-	-	-	4.53	2.70	0.90	
		60-90	7.84	0.84	4.00	3.10	0.96	-	-	-	5.10	3.22	1.00	

bewegung und die Kapillarität gefördert wurde.

Profil V. Die Tatsache, daß Profil V nie bewässert wurde und unter Monokultur (W.Weizen) stand, wirkte sich auf die Salzbewegung des Bodens kaum aus. Nur die Konzentrationen der leichtlöslichen Salze waren in diesem Profil fast in allen Bereichen und Untersuchungsperioden niedriger als in den anderen bewässerten Böden.

Die Leitfähigkeits-Werte in den oberen 0 - 40 cm Tiefe lagen in den drei Untersuchungszeiten fast auf gleicher Höhe.

Der Na-Gehalt des Bewässerungswassers von Çumra 1.85 mval/l (Tabelle 7) ist für die geringen Niederschläge und der damit verbundenen geringen Auswaschkraft als bedenklich zu bezeichnen; weiter wirken sich die schlechte Struktur und Entwässerungsmöglichkeit dieser Böden nachteilig auf eine Verlagerung der Na-Ionen in tieferen Bodenschichten aus.

Es ist daher angebracht, die Wassergaben genau zu dosieren und Überschußmengen zu vermeiden.

6.10 Austauschkapazität und austauschbare Kationen zur Zeit der Probeentnahme

Die austauschbaren Kationen eines Austauschers werden definitionsgemäß in Milliäquivalenten (mval) je 100 g absolut trockener Substanz angegeben.

Die organische Substanz und die Tonminerale sind Träger der Austauschkapazität, wobei der Gesamtkomplex der organischen Substanz Werte bis zu 300 mval/100 g Boden erreicht. Bei den Tonmineralen sind die Werte sehr unterschiedlich; sie hängen von der Oberflächengröße bzw. Aufweitbarkeit der einzelnen Minerale ab. So haben z.B. Montmorillonittone A.K.-Werte von 89 - 120 mval/100 g Boden.

In allen Profilen von Çumra überwog das Ca^{2+} als austauschbares Kation im Sorptionskomplex. An zweiter Stelle stand das Mg^{2+} . Da Kalium nur in geringen Mengen vertreten war und bei den Versalzungsprozessen selten eine Rolle spielt, wurde sein Gehalt im Sorptionskomplex nicht bestimmt. Natriumaustausch fand in keinem Profil statt, obwohl es als Kation in jedem Profil vor-

handen war. Der Grund dafür liegt in dem engen Verhältnis des Ca^{2+} und Mg^{2+} zum Na^+ . Nach ANTIPOV-KARATAEV, J.N. (1953) und JANITZKY, P. (1957) hat sich aufgrund vieler Laborversuche erwiesen, daß Na^+ mit den zweiwertigen Basen des Ca^{2+} und Mg^{2+} am Sorptionskomplex nur dann konkurrieren kann, wenn es den Gehalt der $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ -Ionen der Bodenlösungen um mindestens das Vierfache übersteigt. Dies gilt nur für solche Fälle, wo Sulfate und Chloride in der Bodenlösung überwiegen. Dagegen ist beim Vorherrschen der Karbonate und Bikarbonate in der Bodenlösung ein Natriumaustausch auch bei engen $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} : \text{Na}^+$ -Verhältnissen möglich, weil Ca^{2+} und Mg^{2+} als schwerlösliche Karbonate und Bikarbonate ausfallen und Na^+ ungehindert angelagert werden kann.

Aus den Tabellen 13, 14, 15, 16 und 17 geht hervor, daß die austauschbaren Kationen zwischen Mai, Juli und September in den Versuchsfeldern von Çumra zwischen 17.65 mval/100 g Boden und 36.30 mval/100 g Boden schwanken. Die austauschbaren Kationen bestehen in diesen untersuchten Böden zu 60 - 80% aus Ca^{2+} und nur zu 14 - 30% aus Mg^{2+} . Der Kalziumaustausch ist in Çumra stärker von der Jahreszeit abhängig, während der Magnesiumaustausch nicht so große Schwankungen zeigt. Die relativ geringen Werte der Austauschkapazitäten der untersuchten Felder in Çumra kann auch mit dem höher liegenden Anteil der wenig aufweitbaren Tonminerale begründet werden.

Tabelle 13
Versuchsfeld Gumra
Austauschbare Kationen
Profil I

Profile	Zeit der Probe- entnahme	Tiefe in cm	A.K. mval/100g Boden	Ca ²⁺ mval/100g Boden	Mg ²⁺ Boden	Na ⁺	Ca ²⁺ %	Mg ²⁺ %	Na ⁺ %
Profil I	13.9.67	0-5	26.20	17.25	5.00	-	65.70	19.00	-
		5-20	24.60	18.30	4.40	-	74.30	17.80	-
		20-40	28.50	22.60	5.55	-	79.30	19.20	-
		40-60	29.20	20.75	7.20	-	71.00	25.00	-
Profil I	25.5.68	0-5	24.65	16.35	4.43	-	66.00	18.00	-
		5-20	20.20	15.70	4.25	-	78.00	21.00	-
		20-30	29.10	20.30	6.45	-	69.00	22.00	-
Profil I	11.7.69	0-5	28.40	22.60	4.20	-	79.00	14.00	-
		5-20	25.60	18.70	4.50	-	73.00	18.30	-
		20-30	26.35	19.10	5.35	-	72.40	20.30	-

Tabelle 14
Versuchsfeld Qumra
Austauschbare Kationen
Profil II

Profile	Zeit der Probe- entnahme	Tiefe in cm	A.K. mval/100g Boden	Ca ²⁺ mval/100g Boden	Mg ²⁺ Na ⁺ Boden	Ca ²⁺ %	Mg ²⁺ %	Na ⁺ %
Profil II	13.9.67	0-5	22.25	15.70	3.60	70.60	16.10	-
		5-20	25.80	17.30	6.55	67.00	29.20	-
		20-40	20.60	14.75	4.40	72.50	21.30	-
		40-60	21.10	14.70	4.00	69.10	18.90	-
		60-80	23.30	16.85	5.50	72.30	23.60	-
Profil II	25.5.68	0-5	23.50	15.45	4.90	60.50	20.90	-
		5-20	23.40	16.35	4.50	69.80	19.10	-
		20-40	21.13	14.90	3.65	70.50	17.20	-
		40-60	25.80	18.22	3.80	70.60	14.70	-
		60-70	26.46	21.44	3.50	81.20	13.20	-
Profil II	11.7.69	0-5	26.75	19.65	6.30	73.60	23.60	-
		5-20	26.10	19.40	6.20	74.30	23.70	-
		20-40	24.55	16.80	4.10	68.40	16.80	-
		40-50	24.00	18.25	3.00	76.00	12.50	-

Tabelle 15
Versuchsfeld Gumra
Austauschbare Kationen
Profil III

Profile	Zeit der Probe- entnahme	Tiefe in cm	A.K. mval/100g Boden	Ca ²⁺ mval/100g Boden	Mg ²⁺ Mg ²⁺ Boden	Na ⁺	Ca ²⁺ %	Mg ²⁺ %	Na ⁺ %
Profil III	13.9.67	0-5	22.10	16.00	4.50	-	72.30	20.30	-
		5-20	19.00	14.15	2.75	-	74.40	14.40	-
		20-40	26.20	18.35	5.40	-	70.00	20.60	-
		40-60	27.15	20.20	5.85	-	74.50	21.50	-
		60-90	33.75	25.50	7.45	-	75.50	22.00	-
Profil III	25.5.68	0-5	22.80	14.80	4.75	-	64.90	20.80	-
		5-20	17.65	10.25	5.40	-	59.30	30.50	-
		20-40	24.40	17.30	5.80	-	70.80	23.90	-
		40-60	31.55	20.60	7.55	-	65.20	23.80	-
Profil III	11.7.69	0-5	23.20	16.70	4.00	-	71.90	17.20	-
		5-20	20.25	15.45	3.25	-	62.20	16.00	-
		20-40	24.80	19.50	4.60	-	79.40	18.50	-
		40-60	29.40	19.80	6.65	-	67.60	22.80	-
		60-80	33.33	23.35	8.20	-	70.00	24.60	-

Tabelle 15
Versuchsfeld Qumra
Austauschbare Kationen
Profil IV

Profil	Profil IV	Zeit der Probe- entnahme	Tiefe in cm	A.K. mval/100g Boden	Ca ²⁺ mval/100g Boden	Mg ²⁺ Mg ²⁺ /100g Boden	Na ⁺ Na ⁺ Boden	Ca ²⁺ %	Mg ²⁺ %	Na ⁺ %
Profil IV	14.9.67		0-5	30.30	22.30	5.54	-	73.20	18.20	-
			5-20	27.13	18.45	4.70	-	69.40	17.30	-
			20-40	26.27	18.70	5.35	-	71.50	20.30	-
			40-90	36.20	26.50	7.60	-	73.20	20.90	-
			90-110	37.80	25.40	8.36	-	67.80	22.10	-
Profil IV	26.5.68		0-5	24.30	17.40	4.20	-	71.50	17.20	-
			5-20	25.23	15.70	4.55	-	69.40	17.80	-
			20-40	28.60	21.33	5.30	-	74.50	18.90	-
			40-60	35.65	25.70	7.25	-	72.00	20.30	-
			60-70	36.30	26.10	7.00	-	71.90	26.70	-
Profil IV	12.7.69		0-5	21.65	15.40	3.45	-	71.10	15.90	-
			5-20	20.00	13.10	3.90	-	65.50	19.50	-
			20-40	23.40	16.55	4.65	-	70.70	19.80	-
			40-60	27.60	22.00	6.40	-	79.70	23.20	-
			60-70	28.20	22.75	6.20	-	73.80	21.70	-

Versuchsfeld Çumra
Austauschbare Kationen
Profil V

Profile	Zeit der Probe- entnahme	Tiefe in cm	A.K. mval/100g Boden	Ca ²⁺ mval/100g Boden	Mg ²⁺ Boden	Na ⁺	Ca ²⁺ %	Mg ²⁺ %	Na ⁺ %
Profil V	14.9.67	0-5	28.12	21.80	5.47	-	73.90	19.10	-
		5-20	28.80	20.35	5.20	-	70.60	18.20	-
		20-40	20.58	14.76	5.85	-	71.80	29.00	-
		40-90	26.65	16.52	7.77	-	61.90	29.30	-
		90-130	27.44	17.60	7.35	-	64.10	27.10	-
Profil V	26.5.68	0-5	26.55	18.67	3.90	-	70.30	14.70	-
		5-20	27.40	20.43	4.55	-	74.80	16.80	-
		20-40	23.30	15.75	5.10	-	67.70	21.80	-
		40-60	30.10	19.30	7.44	-	61.10	24.70	-
		60-90	31.20	21.20	7.30	-	67.90	23.30	-
Profil V	12.7.69	0-5	29.20	23.47	4.76	-	80.30	16.30	-
		5-20	30.00	23.70	5.15	-	79.00	17.10	-
		20-40	25.00	16.45	5.86	-	68.80	23.40	-
		40-60	28.15	18.50	7.40	-	65.70	26.30	-
		60-90	28.64	18.65	7.75	-	65.10	27.50	-

7. Diskussion der Ergebnisse und Vorschläge für zweckmäßige Bewirtschaftung

Als Maß für die Intensität der jahreszeitlichen Schwankungen im Salzhaushalt verwendet man bei den russischen Solontschakböden den jahreszeitlichen Versalzungsfaktor (SV-Faktor). Er ist gleich dem Verhältnis des Gesamtsalzgehaltes oder eines Ions beim Höhepunkt der Salzansammlung am Ende der Trockenzeit zu dem Gehalt bei maximaler Entsalzung zu Beginn der Trockenzeit. Ist $SV > 1$, so hat eine Versalzung stattgefunden, und bei $SV < 1$ erfolgte während der Vegetationszeit eine Abnahme des Salzgehaltes im Boden bzw. in einem gegebenen Horizont (SAVRYGIN, P.I., 1951/ KOVDA, V.A., 1947).

Weiterhin wird die Lage des Salzkonzentrats, d.h. derjenigen Bodenschicht, welche mehr als 0.1% Salze enthält, berücksichtigt. Je näher der Salzhorizont zur Bodenoberfläche liegt, umso stärker gefährdet ist der Pflanzenbestand. Salzfrei ist der Boden, wenn er bis in 150 cm Tiefe keine löslichen Salze enthält. Die oberste Bodenschicht 0 - 5 cm wurde in dieser Einteilung nicht berücksichtigt.

Zur Kennzeichnung der Versalzungstypen sowohl der festen als auch der flüssigen Bodenphase unterteilt man den Gesamtgehalt des Salzes nach den Anionen Cl^- , SO_4^{2-} , CO_3^{2-} , HCO_3^- und nach den Kationen Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ und K^+ .

Die Grenzwerte für den Anteil und die Mengenverhältnisse der Ionen bei der Abgrenzung von Versalzungstypen werden von verschiedenen Autoren nicht ganz einheitlich festgesetzt (JANITZKY, P., 1957).

Das Millivalverhältnis von $Cl^- : SO_4^{--}$ im wässrigen Bodenauszug kann z.B. für Chloridversalzung gleich 4, für Chloridsulfat-Ver-

salzung 0.5 - 1 sein (VILENSKIJ, 1954); in einem anderen Fall entsprechend > 2 bzw. 0.2 - 1 (TRUDY, E., 1946/47). Der Mindestgehalt des Chlorions bei Cl-Versalzung beträgt einmal 40% der Anionenmillivale (CHEBOTAREV I, 1955/ GARKUSA, I.F., 1954), ein andermal 30% (VOLOBUEV, V.R., 1952).

Allgemein werden folgende Verhältnisse in mval angenommen (VOLOBUEV):

Nach Anionen:

- 1) Chloridversalzung $\text{Cl}^- > 30\%$ der Anionen
- 2) Sulfatversalzung $\text{SO}_4^{--} > 30\%$ der Anionen
- 3) Übergänge

$\left. \begin{array}{l} \text{SO}_4^{--} - \text{Cl}^- \\ \text{Cl}^- - \text{SO}_4^{--} \end{array} \right\}$	$\text{Versalzung } \text{Cl}^- + \text{SO}_4^{--} \text{ 20 - 30\% der Anionen}$
---	---
- 4) Karbonatversalzung $\text{CO}_3^{--} + \text{HCO}_3^- > 15 - 20\%$ der Anionen

Nach Kationen:

- 1) Na-Versalzung $\text{Na}^+ > 30\%$ der Kationen
- 2) Ca-Versalzung $\text{Ca}^{++} > 30\%$ der Kationen
- 3) Mg-Versalzung $\text{Mg}^{++} > 30\%$ der Kationen
- 4) Ca-Na-Versalzung $\text{Ca}^{++} < 10\%$, $\text{Na}^+ \text{ 20\% der Kationen}$
- 5) Mg-Na-Versalzung $\text{Na}^+ > 20\%$, $\text{Mg}^{++} \text{ 10\% der Kationen}$
- 6) Ca-Mg-Versalzung $\text{Na}^+ < 10\%$, Ca^{++} und Mg^{++} beide größer als 10% der Kationen
- 7) Gemischte Versalzung Ca^{++} , Mg^{++} und Na^+ in etwa gleichen Mengen.

Um eine eventuell vorhandene Versalzung nachzuweisen, wurden die prozentualen Salzanteile der Profile von Gumra in folgenden Zeiträumen verglichen:

a) September 1967 - Mai 1968

Ein Vergleich vom Ende einer Trockenperiode bis zum Anfang der nächsten Trockenperiode.

Der Quotient der beiden Werte ergibt den Versalzungsfaktor SV

b) September 1967 - Juli 1969

Ein Vergleich vom Beginn bis zum Ende des Untersuchungszeitraumes.

Profil I

1. Vergleich nach Schema a

	im September 1967	im Mai 1968
Bestellung:	Winterweizen	Brache
Bewässerung:	keine	keine
Düngung:	Herbst 1966 120 kg/ha Kaliumsulfat Frühjahr 1967 100 kg/ha Ammoniumsulfat	keine

Die leichtlöslichen Salze zeigten im Mai 1968 in 0 - 20 cm Tiefe eine Abnahme von 63% (0.0664 g/100 g Boden) und in 20 - 40 cm Tiefe eine Zunahme von 97% (0.0541 g/100 g Boden) gegenüber den September-Werten von 1967. Das Gesamtprofil ergab bis zum jeweiligen Grundwasserspiegel im Mai 1968 28% (0.0401 g/100 g Boden) weniger Salze als im September 1967.

Durch die stärkeren Niederschläge im Winter und Frühjahr 1968 (Tabelle 2, Abb.8) und das Brachliegen dieses Feldes ohne Düngung, konnten sich die leichtlöslichen Salze in den oberen 20 cm nicht anreichern. Sie wurden in 20 - 40 cm Tiefe verlagert. Der Versalzungsfaktor vom gesamten Profil war in diesem Zeitraum < 1 also, negativ.

2. Vergleich nach Schema b

	im September 1967	im Juli 1969
Bestellung:	Winterweizen	Bestellung nicht möglich
Bewässerung:	keine	keine
Düngung:	Herbst 1966 120 kg/ha Kaliumsulfat 100 kg/ha Ammoniumsulfat	keine

Die Konzentration der Salze lag im Juli 1969 in 0 - 20 cm Tiefe um 22% (0.1409 g/100 g Boden) niedriger und in 20 - 40 cm um 44% (0.0369 g/100 g Boden) höher als im September 1967. Es ergaben sich im Juli 1969 im gesamten Profil 8% (0.0601 g/100 g Boden) mehr Salze als im September 1967 (Tabelle 19).

Die extrem hohen Niederschläge im Jahre 1969 mit 503 mm machten

Tabelle 18

Versuchsfeld Çumra Schema e

Salzgehalt der Profile im September 1967 und Mai 1968

Profile	Tiefe in cm	Salzgehalt g/100g Boden Sept. 1967	Tiefe in cm	Salzgehalt g/100g Boden Mai 1968	Vers. fakt. SV	Vers. grad %	
Profil I	0-5	0.1093	0-5	0.0390	<1	63% -	$\text{Na}^+ > \text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+}$
	5-20	0.0696	5-20	0.0274	<1		$\text{SO}_4^{2-} > \text{HCO}_3^- > \text{Cl}^-$
	20-40	0.0275	20-30	0.0541	>1	97% +	$\text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{Na}^+$
	40-60	0.0160					$\text{SO}_4^{2-} > \text{HCO}_3^- > \text{Cl}^-$
	0-60	0.0556	0-30	0.0401	<1	28% -	
Profil II	0-5	0.0659	0-5	0.0232	<1	43% -	$\text{Ca}^{2+} > \text{Na}^+ > \text{Mg}^{2+}$
	5-20	0.0348	5-20	0.0282	<1		$\text{SO}_4^{2-} > \text{HCO}_3^- > \text{Cl}^-$
	20-40	0.0308	20-40	0.0239	<1		
	40-60	0.0225	40-60	0.0412	>1	107% +	$\text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{Na}^+$
	60-80	0.0221	60-70	0.0511	>1		$\text{SO}_4^{2-} > \text{HCO}_3^- > \text{Cl}^-$
	0-80	0.0352	0-70	0.0335	<1	5% -	
Profil III	0-5	0.0288	0-5	0.0291	>1	4% +	
	5-20	0.0248	5-20	0.0183	<1	26% -	
	20-40	0.0223	20-40	0.0268	>1	60% +	$\text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{Na}^+$
	40-60	0.0202	40-60	0.0414	>1		$\text{HCO}_3^- > \text{SO}_4^{2-} > \text{Cl}^-$
	60-90	0.0159					
	0-90	0.0224	0-60	0.0286	>1	27% +	
Profil IV	0-5	0.0418	0-5	0.0132	<1	54% -	$\text{Na}^+ > \text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+}$
	5-20	0.0370	5-20	0.0156	<1		$\text{SO}_4^{2-} > \text{HCO}_3^- > \text{Cl}^-$
	20-40	0.0257	20-40	0.0190	<1		
	40-90	0.0210	40-60	0.0240	>1	23% +	$\text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{Na}^+$
	90-110	0.0181	60-70	0.0242	>1		$\text{SO}_4^{2-} > \text{HCO}_3^- > \text{Cl}^-$
	0-110	0.0287	0-70	0.0192	<1	33% -	
Profil V	0-5	0.0244	0-5	0.0118	<1	37% -	$\text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{Na}^+$
	5-20	0.0225	5-20	0.0132	<1		$\text{SO}_4^{2-} > \text{HCO}_3^- > \text{Cl}^-$
	20-40	0.0192	20-40	0.0155	<1		
	40-90	0.0168	40-60	0.0188	>1	15% +	$\text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{Na}^+$
	90-130	0.0157	60-90	0.0198	>1		$\text{HCO}_3^- > \text{SO}_4^{2-} > \text{Cl}^-$
	0-130	0.0197	0-90	0.0158	<1	18% -	

Tabelle 19

Versuchsfeld Gumra

Schema b

Salzgehalt der Profile im September 1967 und Juli 1969

Profile	Tiefe in cm	Salzgehalt g/100g Boden Sept. 1967	Tiefe in cm	Salzgehalt g/100g Boden Juli 1969	Vers. fant. %	Vers. grad
Profil I	0-5	0.1093	0-5	0.0802	<1	22% -
	5-20	0.0696	5-20	0.0607	<1	
	20-40	0.0275	20-30	0.0396	>1	44% +
	40-60	0.0160				
	0-60	0.0556	0-30	0.0601	>1	8% +
Profil II	0-5	0.0659	0-5	0.0665	>1	6% +
	5-20	0.0348	5-20	0.0445	>1	
	20-40	0.0308	20-40	0.0450	>1	74% +
	40-60	0.0225	40-50	0.0327	>1	
	60-80	0.0221				
	0-80	0.0352	0-50	0.0471	>1	34% +
Profil III	0-5	0.0288	0-5	0.0437	>1	65% +
	5-20	0.0248	5-20	0.0448	>1	
	20-40	0.0223	20-40	0.0775	>1	191% +
	40-60	0.0202	40-60	0.0278	>1	61% +
	60-90	0.0159	60-80	0.0294	>1	
	0-90	0.0224	0-80	0.0446	>1	99% +
Profil IV	0-5	0.0418	0-5	0.0327	<1	18% -
	5-20	0.0370	5-20	0.0321	<1	
	20-40	0.0257	20-40	0.0210	<1	13% -
	40-90	0.0210	40-60	0.0183	<1	
	90-110	0.0181	60-70	0.0157	<1	
	0-110	0.0287	0-70	0.0239	<1	16% -
Profil V	0-5	0.0244	0-5	0.0209	<1	22% -
	5-20	0.0225	5-20	0.0183	<1	
	20-40	0.0192	20-40	0.0145	<1	12% -
	40-90	0.0168	40-60	0.0163	<1	
	90-130	0.0157	60-90	0.0151	<1	
	0-130	0.0197	0-90	0.0170	<1	11% -

die Bestellung dieses Feldes unmöglich. Die große Wasserzufuhr wirkte sich mit einer Salzauswaschung in den 0 - 40 cm und einer Anreicherung in 40 - 60 cm Tiefe aus.

Der Versalzungsfaktor in den oberen 20 cm war < 1 und zwischen 20 - 60 cm > 1 , so daß das gesamte Profil einen SV > 1 hatte, was auf eine Salzanreicherung im Untersuchungszeitraum schliessen lässt.

Profil II

1. Vergleich nach Schema a

	September 1967	Mai 1968
Bestellung:	Melonen	Zuckerrüben
Bewässerung:	2 x 147 mm	1 x 147 mm
Düngung:	1966 Herbst 150 kg/ha Superphosphat	1967 Herbst 2000 kg/ha Stalldünger
	1967 Frühjahr 150 kg/ha Ammoniumsulfat	90 kg/ha Ammoniumsulfat 108 kg/ha P_2O_5 125 kg/ha Kaliumsulfat
		1968 Frühjahr 90 kg/ha Ammoniumsulfat

Die wesentlich höher liegenden Frühjahrs- und Winterniederschläge im Jahre 1968 machten sich auch in diesem Profil deutlich bemerkbar, in dem sie die Salze aus den oberen 40 cm in die tieferen Horizonte verlagerten. Die extrem hohen Salzanreicherungen bis zu 107% (0.0923 g/100 g Boden) unterhalb 40 cm gegenüber den September-Werten von 1967, sind auf die Düngung und starke Bewässerung, die man hier bei dem Zuckerrübenanbau durchführt, zurückzuführen.

Der Versalzungsfaktor von 0 - 40 cm Tiefe war < 1 und 40 - 80 cm Tiefe > 1 .

2. Vergleich nach Schema b

	September 1967	Juli 1969
Bestellung:	Melonen	Winterweizen
Bewässerung:	2 x 147 mm	keine
Düngung:	1966 Herbst	1968 Herbst

150 kg/ha Superphosphat 120 kg/ha Kaliumsulfat
1967 Frühjahr
150 kg/ha Ammoniumsulfat

Im Juli 1969 waren die Konzentrationen der leichtlöslichen Salze höher als im September 1967. Die hohen Versalzungsfaktoren zeigen eine Salzanreicherung im Profil II an, die hier neben dem Witterungsablauf insbesondere auf starke Bewässerung und Düngung zurückzuführen ist.

Der hohe Grundwasserstand und die schlechte Wasserführung im Boden fördern die zunehmende Versalzung (siehe auch Seite 56. und 57).

Profil III

1. Vergleich nach Schema a

	September 1967	Mai 1968
Bestellung:	Brache	Melonen
Bewässerung:	keine	1 x 147 mm
Düngung:	keine	1967 Herbst 150 kg/ha Superphosphat 1968 Frühjahr 150 kg/ha Ammoniumsulfat

Im Mai 1968 war eine Erholung des Salzgehaltes um 4% (0.0291 g/100 g Boden) in der Krume (0 - 5 cm) festzustellen, dagegen sank dieser in 5 - 20 cm um 26% (0.0183 g/100 g Boden) im Vergleich zu den September-Konzentrationen.

Die hohen Frühjahrsniederschläge und die schon einmal durchgeführte Bewässerung 1968 verlagerten die Salze unterhalb von 20 cm Tiefe, so daß die Salzkonzentrationen in diesem Bereich (20 - 60 cm) Tiefe erheblich anstiegen 60% (0.0682 g/100 g Boden).

Auch der Versalzungsfaktor war in den noch kritischen Tiefen > 1 .

2. Vergleich nach Schema b

	September 1967	Juli 1969
Bestellung:	Brache	Zuckerrüben
Bewässerung:	keine	2 x 147 mm
Düngung:	keine	2000 kg/ha Stalldünger 108 kg/ha P_2O_5 125 kg/ha Kaliumsulfat 108 kg/ha Ammoniumsulfat

Bei diesem Profil kann man deutlich erkennen wie die Salzanreicherung der Böden durch die Bewirtschaftung der Felder beeinflusst wird. Die Salzkonzentrationen aller Profilbereiche lagen im Juli 1969 wesentlich höher als im September 1967. Zweimalige Bewässerung und die hohen Frühjahrsniederschläge erhöhten den Wassergehalt des Bodens erheblich, so daß bei Eintritt der Trockenheit ein starker Verdunstungsstrom zur Bodenoberfläche hin eintreten kann.

Die starke Düngung der Zuckerrüben wirkte sich auch erheblich auf die Salzanreicherung in diesem Profil aus. So waren die Versalzungsfaktoren in allen Tiefen > 1 . Auf dieser Fläche kann somit von einer deutlichen Salzanreicherung im Untersuchungszeitraum gesprochen werden, trotz der Tiefe des Grundwassers.

Profil IV

1. Vergleich nach Schema a

	September 1967	Mai 1968
Bestellung:	Zuckerrüben	Winterweizen
Bewässerung:	5 x 147 mm	keine
Düngung:	2000 kg/ha Stalldünger	120 kg/ha Kaliumsulfat
	125 kg/ha Kaliumsulfat	100 kg/ha Ammoniumsulfat
	108 kg/ha P_2O_5	
	180 kg/ha Ammoniumsulfat	

Die leichtlöslichen Salze, die sich im September 1967 durch die starke Düngung und Bewässerung der Zuckerrüben in den oberen 40 cm angereichert haben, wurden im Mai 1968 gegen Ende der Regenperiode durch die hohen Frühjahrsniederschläge in die tieferen Bereiche (40 - 70 cm) verlagert. So hatten wir nur in dieser Tiefe einen Versalzungsfaktor > 1 , während das Gesamtprofil eine rückläufige Salzbewegung von 33% (0.0192 g/100 g Boden) zwischen diesen beiden Untersuchungsterminen zeigte.

2. Vergleich nach Schema b

	September 1967	Juli 1969
Bestellung:	Zuckerrüben	Nicht bestellt
Bewässerung:	5 x 147 mm	keine
Düngung:	2000 kg/ha Stalldünger	keine
	108 kg/ha P_2O_5	
	125 kg/ha Kaliumsulfat	
	180 kg/ha Ammoniumsulfat	

Zieht man den dritten Untersuchungstermin im Juli 1969 heran, so sieht man wie sehr die Salzanreicherung in Cumra von der Bestellung der Felder abhängig ist. Dieses im September 1967 stark gedüngte und bewässerte Feld wurde im Mai 1968 mit Weizen bestellt und im Juli 1969 unbestellt gelassen, so daß im Juli 1969 in allen Tiefen eine klare Salzabnahme zu sehen war. In allen untersuchten Bereichen war der Versalzungsfaktor < 1 .

Profil V

1. Vergleich nach Schema a

	September 1967	Mai 1968
Bestellung:	Winterweizen	Winterweizen
Bewässerung:	keine	keine
Düngung:	Ammoniumsulfat	Ammoniumsulfat

Dieses Vergleichsprofil, das noch nie bewässert wurde und unter Monokultur stand, zeigte im Mai 1968 in den oberen 40 cm eine Salzauswaschung und unter 40 cm Tiefe bis zum jeweiligen Grundwasserstand eine Salzanreicherung gegenüber den September-Werten von 1967.

Die Unterschiede waren aber wesentlich geringer wie in den Profilen I - IV.

Der Versalzungsfaktor vom gesamten Profil war < 1 . Eine stärkere Salzbewegung war infolge der fehlenden Bewässerung nicht gegeben. Die Salzanreicherung ergibt sich also nur auf Grund der Frühjahrsniederschläge und der Höhe des Grundwasserspiegels.

2. Vergleich nach Schema b

	September 1967	Juli 1969
Bestellung:	Winterweizen	Winterweizen
Bewässerung:	keine	keine
Düngung:	Ammoniumsulfat	Ammoniumsulfat

Im Juli 1969 zeigte dieses Profil in allen Tiefen geringere Salzkonzentrationen gegenüber September 1967; so waren auch die Versalzungsfaktoren alle < 1 . In diesem Untersuchungszeitraum haben sich die Salze in diesem Profil nicht angereichert, sondern sich sogar vermindert.

Die durch die hohen Niederschläge bis in das Grundwasser verlagerten Salze konnten sich in den oberen Bereichen noch nicht

so weit ansammeln wie im September. Sie werden mit großer Wahrscheinlichkeit gegen Ende des Sommer 1969 die Ausgangskonzentrationen von September 1967 wieder erreichen, so daß sich ein gleichbleibender Salzhaushalt ergibt.

Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß nach Schema a bei den bewässerten Profilen I, II, III und IV am Ende der regenreichen Periode im Oberboden eine Salzauswaschung stattgefunden hat.

Profil I in 0 - 20 cm -63%, Profil II in 0 - 40 cm -43%, Profil III in 0 - 20 cm -24%, Profil IV in 0 - 40 cm -54% (Tabelle 18).

Demgegenüber zeigte sich aber in den noch kritischen Tiefen zwischen 20 - 80 cm eine starke Salzanreicherung, die sogar über die doppelte Menge der Werte vom Ende der Trockenperiode anstieg.

Profil I 20 - 40 cm +97%, Profil II in 40 - 80 cm +107%,
Profil III in 20 - 60 cm +60%, Profil IV in 40 - 70 cm +23%.
Demzufolge waren auch die Versalzungs faktoren SV in diesen Tiefen > 1 .

Bei dem unbewässerten Profil V liegen die Werte allerdings anders. Zwar wurde auch hier von September bis Mai im Oberboden eine gewisse Salzauswaschung von 37% festgestellt. Aber im unteren Bereich von 40 cm bis zum Grundwasserspiegel erhöhte sich der Salzgehalt in dem gleichen Zeitabstand nur noch um 15%.

Nach Schema b zeigten die Profile I, II und besonders III deutliche Salzanreicherungen. Im Juli 1969 gegenüber den Werten vom September 1967, was man auf die starken Frühjahrsregen und langanhaltende Überschwemmung der Felder im Jahre 1969 zurückführen kann. Das 1968 und 1969 nicht bewässerte Profil IV und das unbewässerte Profil V, die auch von der Überschwemmung weniger betroffen waren, zeigten im Juli 1969 im Gesamtprofil weniger lösliche Salze als im September 1967, und zwar Profil IV -16% und Profil V -11% (Tabelle 19).

Die Vergleiche der Salzkonzentrationen der Grund- und Bewässerungswasserproben von September 1967 mit Mai 1968 ergaben folgendes:

Tabelle 20

Versuchsfeld Gumra

% Salzgehalt des Grund- und Bewässerungswassers im September 1967 und Mai 1968

Grundwasser Tiefe in Profil	Tiefe in cm	Salzgehalt % Sept. 1967	Tiefe in cm	Salzgehalt % Mai 1968	Versalz- faktor SV	Versalz- grad %	Kationen u. Anionen
I	60	0.0142	30	0.0108	< 1	- 24	$\text{Ca}^{2+} \text{Mg}^{2+} \text{Na}^+$ $\text{HCO}_3^- \text{Cl}^-$
II	80	0.0111	70	0.0114	> 1	+ 3	$\text{Ca}^{2+} \text{Mg}^{2+} \text{Na}^+$ $\text{HCO}_3^- \text{Cl}^-$
III	80	0.0135	60	0.0138	> 1	+ 2	$\text{Ca}^{2+} \text{Mg}^{2+} \text{Na}^+$ $\text{HCO}_3^- \text{Cl}^-$
IV	110	0.0128	70	0.0106	< 1	- 17	$\text{Ca}^{2+} \text{Mg}^{2+} \text{Na}^+$ $\text{HCO}_3^- \text{Cl}^-$
V	130	0.0150	90	0.0115	< 1	- 23	$\text{Ca}^{2+} \text{Mg}^{2+} \text{Na}^+$ $\text{HCO}_3^- \text{Cl}^-$
Brunnen I	70	0.0108	70	0.0069	< 1	- 36	$\text{Ca}^{2+} \text{Mg}^{2+} \text{Na}^+$ $\text{HCO}_3^- \text{Cl}^-$
Brunnen II	140	0.0132	90	0.0073	< 1	- 45	$\text{Ca}^{2+} \text{Mg}^{2+} \text{Na}^+$ $\text{HCO}_3^- \text{Cl}^-$
Brunnen III	140	0.0092	100	0.0070	< 1	- 24	$\text{Ca}^{2+} \text{Mg}^{2+} \text{Na}^+$ $\text{HCO}_3^- \text{Cl}^-$
Brunnen IV	140	0.0093	100	0.0076	< 1	- 18	$\text{Ca}^{2+} \text{Mg}^{2+} \text{Na}^+$ $\text{HCO}_3^- \text{Cl}^-$

Die Grundwasserproben aus Profil II und III zeigten 3 und 2% höhere Salzmen gen; alle anderen Grund- und Bewässerungswasserproben hatten im Mai 1968 niedrigere Konzentrationen als im September 1967.

Grundwasser:	Profil I	- 24%
	Profil IV	- 17%
	Profil V	- 23%

Brunnen I - 36%, Brunnen II - 45%, Brunnen III - 24%,
Brunnen IV - 18% (Tabelle 20).

Dank des salzarmen Bewässerungswassers und Grundwassers hat die Konzentration der Salze im Boden die Grenze der schwachen Versalzung in den heißen Sommermonaten noch nicht überschritten. Dies ist besonders bemerkenswert im Hinblick auf die Tatsache, daß in Trockengebieten klimabedingte Prozesse zu einer ständigen Salzanreicherung auch aus salzarmen Bewässerungswasser führen können (GANSSEN, R., 1968). Die Umgebung von Çumra bietet Beweismaterial zur Genüge für diese Feststellung.

In den untersuchten Profilen hängt die Dauer des kapillaren Aufstiegs in erster Linie von der Körnung ab. Z.B. betrugen bei den tonreichsten Horizonten wie in Profil V (0 - 20 cm mit 52% Ton) die kapillaren Aufstiegszeiten bis zu 20 Stunden. Unter 40 cm Tiefe lagen die Zeiten wesentlich niedriger, wie beim Profil II 60 - 80 cm Tiefe 2 Stunden und bei Profil III in 60 - 90 cm Tiefe 3 Stunden (Tabelle 21), da die Tonanteile wesentlich niedriger lagen.

Aus diesen Betrachtungen geht hervor, daß eine Versalzungstendenz auf einigen Versuchsflächen in Çumra zu erkennen ist, daß sie aber nicht den klimatischen Bedingungen zuzuschreiben ist, sondern im wesentlichen von unzweckmäßiger Bewässerung in Verbindung mit Bearbeitung und Düngung abhängt.

Tabelle 21

Versuchsfeld Çumra

Ein Vergleich der kapillaren Aufstiegsgeschwindigkeit des Wassers und der Salzbewegung in den einzelnen Profilen zwischen September 1967 und Mai 1968.

Profile	Tiefen in cm	Salzauswasch. u. Anreicherung Sept. 1967 bis Mai 1968	Tongehalt < 0.002mm%	Kap. Aufst. Geschw.
I	0-5	- 64%	43.0	8 Std. 0 Min.
	5-20	- 61%	39.0	5 " 20 "
	20-40	+ 97%	42.6	5 " 40 "
II	0-5	- 58%	32.0	1 " 50 "
	5-20	- 19%	40.7	2 " 50 "
	20-40	- 23%	42.0	7 " 40 "
	40-60	+ 83%	48.7	10 " 50 "
	60-80	+ 127%	38.7	2 " 20 "
III	0-5	+ 4%	32.4	4 " 30 "
	5-20	- 26%	29.5	4 " 40 "
	20-40	+ 20%	39.1	7 " 30 "
	40-60	+ 104%	37.4	6 " 46 "
IV	0-5	- 69%	38.6	7 " 36 "
	5-20	- 58%	38.0	8 " 20 "
	20-40	- 22%	35.9	3 " 13 "
	40-90	+ 14%	39.2	6 " 12 "
	90-110	+ 34%	44.1	10 " 15 "
V	0-5	- 52%	31.8	20 " 0 "
	5-20	- 42%	50.1	14 " 10 "
	20-40	- 20%	36.2	5 " 0 "
	40-90	+ 11%	49.2	11 " 40 "
	90-130	+ 25%	49.4	13 " 20 "

Vorschläge zur zweckmäßigen Bewirtschaftung

Zur Erhaltung und Verbesserung der Leistungsfähigkeit der Versuchsflächen, die sich für die dortigen Klimaverhältnisse als recht günstig erwiesen haben, werden daher folgende Maßnahmen und Veränderungen in der Bodennutzung vorgeschlagen.

1) Der Grundwasserstand muß in den Sommermonaten unter die kritische Tiefe (ca. 2.5m) gebracht werden. Voraussetzung dazu ist ein gut angelegtes Entwässerungssystem, oder zumindest eine Instandsetzung der alten Entwässerungskanäle und eine Abdichtung des Hauptbewässerungskanals für das Çumragebiet, der etwa 1000 m südlich der untersuchten Felder angelegt wurde.

2) Die Trockenwinde, die in den heißen Sommermonaten starke atmosphärische Druckschwankungen verursachen, Transpiration und Verdunstung erhöhen, müssen durch einen Waldschutzstreifen behindert werden. Für diesen Zweck scheint die Pappel (*Populus canadensis*) besonders geeignet. Die Art wurde schon vor mehreren Jahren von den staatlichen Baumschulen wegen ihrer für Zentralanatolien günstigen Eigenschaften eingeführt, und heute befinden sich sogar in unmittelbarer Nähe von Çumra Plantagen, die das Material für die Waldschutzstreifen liefern könnten.

Neben der Behinderung der Trockenwinde, würde durch den hohen Wasserverbrauch der Pappeln auch der erhöhte Grundwasserstand günstig beeinflusst.

Weiter wird vorgeschlagen, die Beregnung an Stelle der Furchenbewässerung aus folgenden Gründen einzuführen:

a) Bei einem so empfindlichen Boden, wie er im Untersuchungsgebiet von Çumra vorliegt, muß das Bewässerungswasser gut be-

messen sein (die notwendige Wassermenge beträgt nach unseren Untersuchungen 102.7 mm), da der hohe Grundwasserstand durch eine Überbewässerung unnötig erhöht wird, wird auch der kapillare Aufstieg unter den ariden Verhältnissen erhöht.

Durch die Beregnung wäre neben der Bemessung, die nach der Feldkapazität des Bodens zu berechnen ist, auch eine gleichmäßige Verteilung des Bewässerungswassers gegeben.

b) Bei einer Furchenbewässerung entstehen unvermeidliche Erhebungen und Vertiefungen auf dem Feld. Da die Verdunstung des Bodenwassers vornehmlich von den Erhebungen ausgeht, findet hier eine besonders starke Salzanreicherung statt. Bei der Beregnung könnte der Boden eingeebnet werden.

c) Eine Beregnung kann wegen des geringen Arbeitsaufwandes auch während der Nacht durchgeführt werden, wo die Temperatur und somit die Verdunstung niedrig liegen.

Ein großer Nachteil der Beregnung ist der zu hohe technische Aufwand, den sich ein Durchschnittsbetrieb in der Türkei in der Regel nicht leisten kann. Da es sich in dem untersuchten Gebiet aber um einen staatlichen Betrieb handelt, der ein Vorbild für die moderne Landwirtschaft im Lande sein sollte, könnte man hier die Beregnung empfehlen.

3) Die Bewässerungen in den heißen Monaten müssen in kürzeren Abständen erfolgen, damit das Grundwasser durch die zu hohen Wassergaben nicht unnötig erhöht wird (siehe Kapitel 6.8.1). Statt in Abständen von 25 - 30 Tagen sollte alle 10 - 15 Tage bewässert werden.

4) Eine besondere Fruchtfolge, in der die Luzerne mit mehrjährigen Gräsern einen breiten Raum einnimmt, ist zu empfehlen. Die bekannten bodenverbessernden Eigenschaften der Luzerne sind für den bewässerten Boden zur Belebung mikrobieller Prozesse sehr erwünscht. Ferner vermag die Luzerne als Tiefwurzler das aufsteigende Kapillarwasser abzufangen und den Grundwasserspiegel im Laufe eines Jahres um 0.5 - 1 m zu senken. Durch die Größe ihrer Blattoberfläche kann die Luzerne während der Reife täglich bis

80 m³/ha Grundwasser durch Transpiration verbrauchen. (KOVDA, V., 1947). Die Salzansammlung verläuft unter dem Einfluß der Transpiration zwar energischer als bei der Verdunstung, verteilt sich aber nach KOVDA auf den durchwurzelten Bodenbereich, bei Luzerne also auf 0 - 200 cm Tiefe, während sie bei der Verdunstung auf die oberen 10 cm des Bodens beschränkt ist. KOVDA wies bei gleicher Fläche bei der Luzerne 3.0 t Salze auf 30.000 t Boden nach (Salzgehalt 0.01%) und bei Ödland 1.5 t Salze auf 1.500 t Boden (Salzgehalt 0.1%).

Die Luzerne wächst im Çumragebiet auch bei einfachen Anbaumethoden recht gut und ist dazu als Grünfutter sehr gefragt. Ihren Anbau könnte man in Zentralanatolien als wirtschaftlich bezeichnen. Dabei wäre nur die lange andauernde vegetative Entwicklung und die zu dieser Zeit hohe Salzempfindlichkeit in Betracht zu ziehen.

Gut bewährt haben sich Mischungen der Luzerne mit Knautgras und Welschem Weidelgras, wobei das Weidelgras schon im ersten Jahr hohe Erträge gibt. Als Saatgut für die Luzerne ist die dem Standort gut angepaßte einheimische Züchtung von "Kayseri Yoncasi" zu empfehlen.

6) Die Bemühungen zur Senkung des Grundwasserspiegels auf den Feldern können durch wirksame Baumpflanzungen entlang der Entwässerungs- und Bewässerungskanäle ergänzt werden. Die Baumreihen würden einen Großteil des aus den Gräben sickernden Wassers abfangen. Hierfür eignen sich schnellwüchsige Arten wie Pappeln und Weiden, aber auch Obstbäume wie Äpfel, Birnen, Kirschen und Aprikosen.

7) Zur Schaffung von lückenlosen und dichten Pflanzenbeständen der Leguminosen- und Gramineen-Gemische, die die Grundwasserverdunstung auf ein Mindestmaß herabsetzen, werden folgende Maßnahmen empfohlen (TRUDY, P., 1946/47).

a) Schälen des Bodens und seine Erhaltung in ständig lockerem Zustand bis zum Spätherbst. Möglichst späte Herbstfruchtsaat (Ende Oktober bis Anfang November; davor unbedingt eine Bewässerung von 80 mm).

b) Starke Düngung zur Hackfrucht. (In einem Versuch ergaben eine Gabe von 300 dz/ha Stallmist und 112 kg/ha Stickstoff, 210 kg/ha Phosphor und 50 kg/ha Kalium als Mineraldünger einen Zuckerrübenenertrag von 557 dz/ha.)

c) Phosphor-Kali-Düngung der Luzerne in den ersten Jahren und eine einmalige Stallmistgabe von 300 dz/ha.

d) Möglichst frühzeitige Bestellung der Sommerkulturen. Bestellung des Wintergetreides erst spät nach einer Wassergabe von ca. 80 mm .

e) Erhöhte Saatmengen (Luzerne bis 25 kg/ha, Zuckerrüben bis 45 kg/ha, Winterweizen 1.8 - 2 dz/ha), zur Erzielung eines dichteren und möglichst rasch schließenden Bestandes.

8. Untersuchungen zur Feststellung der Versalzung auf den Versuchsfeldern von Eskişehir

8.1 Beschreibung der Profile

8.1.1 Lage

Die Versuchsfelder in Eskişehir liegen 781 m über NN ($39^{\circ}46'$ nördlicher Breite und $30^{\circ}33'$ östlicher Länge) auf einem 215.65 ha großen landwirtschaftlichen Betrieb der türkischen Zuckerindustrie, welcher 2 km von Eskişehir in Richtung Ankara liegt.

Etwa 1 km in südlicher Richtung vom Untersuchungsgebiet fließt der Porsukfluß von Galeriewäldern aus Pappeln und Weiden umsäumt. Auch die Obstplantagen des Betriebes liegen hier am Flußufer (Abb.18).

8.1.2 Klima

Auf der Klimastation des Betriebes wurden folgende Werte ermittelt:

Jahresniederschlag 374 mm (10jähriges Mittel).

Jahresdurchschnittstemperatur 10.5°C .

Nach 30jährigem Mittel fallen die Niederschläge zu 59.5% in den Wintermonaten und 40.5% zwischen den Monaten April und Oktober. In diesem Zeitraum erfolgt die gesamte Evaporation mit 76.5%.

Das Jahr 1967 lag mit 258 mm Niederschlag 115.9 mm unter dem langjährigen Mittel von 373.9 mm. Alle Monate bis auf den September brachten weniger Regen,

Tabelle 22

Ort	Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
30jährige mittlere	monatliche Niederschlagsmenge (mm)												
Eskisehir		48.2	38.0	35.8	33.6	45.2	36.1	12.9	5.7	17.8	23.0	31.1	46.5
30jährige mittlere	monatliche Niederschlagsmengen (mm)												
Eskisehir		1965	20.2	44.4	48.7	75.0	12.0	15.1	5.0	—	5.0	31.6	47.2
		1966	49.2	10.9	47.6	63.2	46.3	8.7	7.1	9.5	11.0	9.4	36.9
		1967	48.2	16.8	33.2	36.8	5.8	9.2	0.0	21.3	2.7	16.2	35.2
		1968	54.5	21.4	76.8	27.6	24.2	—	14.7	6.9	31.6	57.3	89.2
		1969	49.2	61.3	46.7	31.4	16.9	8.7	12.6	13.4	18.4	45.6	51.3
30jährige mittlere	monatliche Temperatur (°C)												
Eskisehir		— 0.2	0.9	4.4	10.1	15.0	18.7	21.4	21.3	16.9	12.0	6.6	1.9
30jährige mittlere	monatliche Temperatur (°C)												
Eskisehir		1965	0.7	— 1.0	5.4	8.7	13.8	20.2	19.6	17.7	8.2	6.6	3.6
		1966	2.1	5.3	5.5	11.3	17.4	22.2	21.8	16.3	14.7	10.5	3.8
		1967	— 0.7	— 1.9	3.6	9.5	14.4	17.7	20.8	16.8	11.7	4.8	3.3
		1968	— 1.4	0.0	3.9	12.1	17.7	21.5	19.5	16.3	10.7	7.1	3.4
		1969	— 0.4	2.1	5.2	6.9	16.4	19.1	18.2	15.2	11.4	8.3	2.0
30jährige mittlere	monatlicheEvaporationssumme (mm)												
Eskisehir		17.7	28.5	52.1	89.5	102.2	128.5	156.6	166.0	113.9	72.0	40.2	22.0
30jährige mittlere	monatliche Evaporation (mm)												
Eskisehir		1965	28.2	19.4	57.8	76.8	135.5	153.9	146.4	128.2	70.4	53.6	21.8
		1966	27.0	44.8	65.3	83.3	97.7	158.3	170.2	123.4	101.0	68.7	36.2
		1967	28.0	19.5	51.1	101.1	151.1	175.8	179.0	133.0	81.3	33.3	27.0
		1968	19.0	19.1	48.0	89.6	119.5	195.0	150.0	109.2	57.2	24.4	22.6
		1969	19.8	21.0	45.6	64.5	151.3	162.7	157.5	111.6	64.3	25.1	25.1

Abb. 19

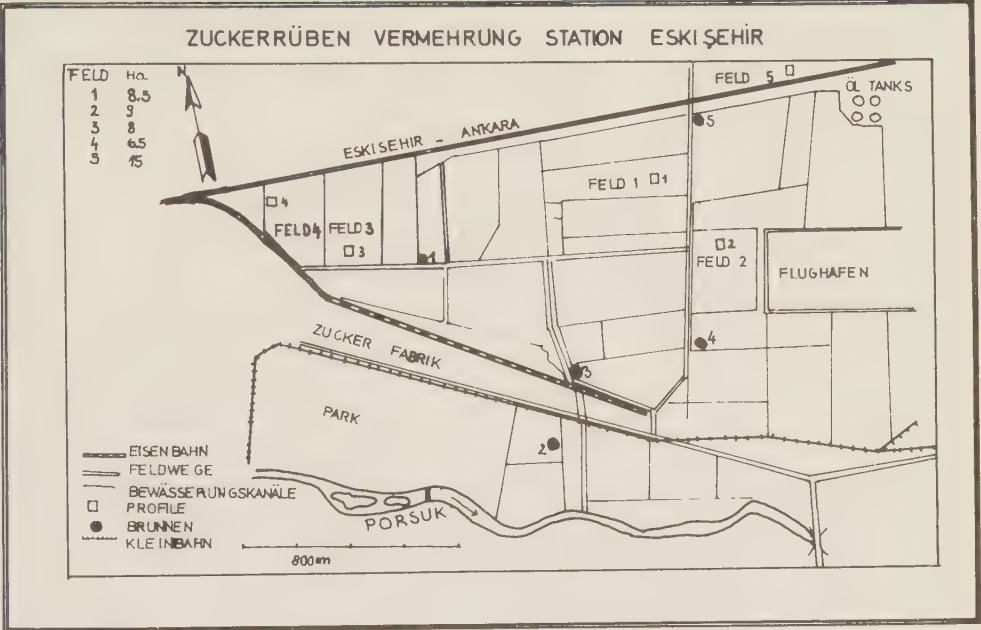


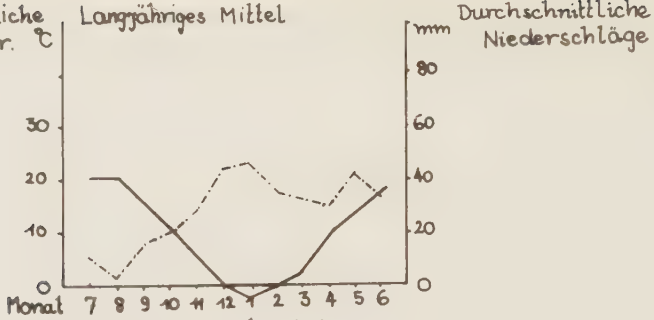
Abb. 20

Klimadiagramm von Eskişehir.

Durchschnittliche
Temperatur. °C

Langjähriges Mittel

Durchschnittliche
Niederschläge
mm



— Temp. °C
- - - - - Niederschlag mm.

wobei der Monat Juni mit einem Niederschlag von 6 mm statt 36 mm besonders regenarm war. Dem stand eine Zunahme der Evaporation von 62.5 mm gegenüber.

Die Jahresdurchschnittstemperatur lag 1967 mit 0.4°C unter dem langjährigen Mittel. Alle Monate, außer Dezember, hatten $1 - 2^{\circ}\text{C}$ tiefere Temperaturen als das Mittel angab. Der kälteste Monat war der Februar mit -1.9°C und der wärmste Monat war August mit 21.2°C (Tabelle 22, Abb.19).

8.1.3 Vegetation

Dieser Betrieb der türkischen Zuckerindustrie wurde vor 40 Jahren gegründet. Seine Aufgabe ist in erster Linie die Züchtung und Vermehrung von Zuckerrüben, sowie anderer für diese Gegend wichtige Kulturen. Zweitens sollen hier den Bauern moderne landwirtschaftliche Methoden mit sichtbaren Erfolgen demonstriert werden. Eine weitere Aufgabe des Betriebes besteht in der Versorgung der Fabriksangehörigen mit Lebensmitteln. So stehen die untersuchten Felder seit ca. 30 Jahren unter intensiver Kultur. Zuvor wurde das Gelände als Weideland genutzt. Als Kulturpflanzen werden Zuckerrüben, Weizen, Gerste, Luzerne, Mais und Sonnenblumen angebaut.

8.1.4 Fruchtfolge

Wie es in dieser Gegend die Regel ist, werden drei Jahre hintereinander Winterweizen, im 4. Jahr Leguminosen und im 5. Jahr Zuckerrüben angebaut. Man muß allerdings hinzufügen, daß die Leguminosen in den meisten Privatbetrieben ausgelassen werden, da entweder die landwirtschaftlichen Kenntnisse oder die Bewässerungsmöglichkeiten fehlen.

8.1.5 Bodenbearbeitung

Die Bearbeitung der Felder für Winterweizen erfolgt im September

oder Oktober mit einem Vierscharpflug, der von einem Raupenschlepper gezogen wird. Anschließend werden die Erdschollen mit einer Scheibenegge zerkleinert. Für die Zuckerrüben werden die Felder im März oder April mit den gleichen Geräten bearbeitet und daran anschließend die Bewässerungsfurchen mit einem Spezialpflug angelegt.

8.1.6 Bewässerung.

Auch in Eskişehir findet wie in Çumra eine Furchenbewässerung statt. Das hierfür notwendige Wasser wird aus 20 m tiefen Bohrungen bezogen, die sich auf dem Betriebsgelände befinden (Bild 7). Das Wasser hat die Güteklasse $(c_3 - s_1) - (c_2 - s_1)$, (gut - mäßig). Die Bohrungen geben 40 l/sec, und man kann tagelang Wasser entnehmen, ohne daß ihre Leistung sinkt. Dieses Wasser kann man allerdings nicht dem Grundwasser gleichsetzen, es ist Hangwasser aus den nahe liegenden Bergen.

Ebenso wie in Çumra werden die Furchen zur Bewässerung im Frühjahr angelegt, und über Kunststoffrohre aus den wasserführenden Hauptkanälen versorgt. In Eskişehir werden die Zuckerrüben innerhalb einer Vegetationsperiode 3 - 4 mal bewässert. Bei einer Bewässerung werden ca. 170 mm Wasser dem Boden zugeführt.

8.1.7 Düngung.

Zuckerrübindüngung: Im November wurden 3000 kg/ha Stallmist auf den Feldern ausgestreut. Hinzu kamen 30 kg/ha Ammoniumsulfat, 108 kg/ha P_2O_5 und 125 kg/ha K_2O ; anschließend wurde gepflügt. Im April, kurz bevor die Zuckerrübensamen von Hand für Versuchszwecke eingesetzt wurden, erfolgte eine Kopfdüngung mit 30 kg/ha Ammoniumsulfat. Nach der ersten Vereinzelnung im Mai wurden weitere 30 kg/ha Ammoniumsulfat und im Juni nach der zweiten Vereinzelnung noch 30 kg/ha Ammoniumsulfat gegeben. So kamen insgesamt - 90 kg/ha Ammoniumsulfat auf die Felder.

Getreidedüngung: 300 kg/ha Ammoniumsulfat und 200 kg/ha Superphosphat (im Herbst).

Die Zuckerrübensamen wurden von Hand in die Löcher gelegt, je 6 - 10 Samen zusammen. Der Abstand zwischen den einzelnen Reihen be-

trug 35 cm und zwischen den Pflanzen 25 cm. Nach der ersten Vereinzelung blieben 3 Pflanzen und nach der zweiten eine Pflanze zurück.

8.1.8 Erträge

1967	Feld I	Z.-Rüben	550 dz/ha	
	Feld II	Weizen	40 dz/ha	
	Feld III	Weizen	44 dz/ha	
	Feld IV	Weizen	41 dz/ha	
	Feld V	Weizen	ca. 30 dz/ha	
1968	Feld I	Weizen	43 dz/ha	
	Feld II	Weizen	41 dz/ha	
	Feld III	Z.-Rüben	560 dz/ha	(Bild 19)
	Feld IV	Weizen	40 dz/ha	
	Feld V	Weizen	ca. 32 dz/ha	
1969	Feld I	Weizen	42 dz/ha	
	Feld II	Weizen	45 dz/ha	
	Feld III	Weizen	42 dz/ha	
	Feld IV	Z.-Rüben	565 dz/ha	
	Feld V	Weizen	ca. 30 dz/ha	

8.1.9 Die Profile

Ort: Gelände der Zuckerfabrik 2 km östlich von Eskişehir.

Lage: 781 m über NN, flaches Gelände.

Klima: Jahresniederschläge 374 mm

Jahresdurchschnittstemperatur 10.5°C

Ausgangsgestein: Alluvium vom Porsukfluß.

Nutzung: Acker.

Bodentyp: Grau-brauner Steppenboden alluvialer Herkunft.

Profil I (Bild 14, 16)

Tiefe

Ap 0 - 5 cm Brauner (Farbe in feuchtem Zustand 7.5 YR 4/2),
humusarmer, schluffiger Lehm, bei Nässe klebrig

	und plastisch, nach Trocknung fest; Krustenbildung an der Oberfläche; starke karbonathaltige Schollen, Klumpengefüge.
Ap 5 - 20 cm	Graubrauner (7.5 YR 5/4), humusarmer, schluffiger Lehm, bei Nässe klebrig und plastisch, nach Trocknung fest; Schollen- und Klumpengefüge.
Bt ₁ 20 - 40 cm	Graubrauner (7.5 YR 5/4), humusarmer, schluffiger, toniger Lehm, bei Nässe klebrig und plastisch, nach Trocknung fest, hoher Karbonatgehalt, Krümelgefüge mit Tönhäutchen.
Bt ₂ 40 - 60 cm	Grau bis gelblichbrauner (10 YR 5/4), humusarmer, karbonatreicher, toniger Lehm, bei Nässe klebrig und plastisch, nach Trocknung fest, Krümelgefüge mit Tönhäutchen.
C ₁ 60 - 80 cm	Blassbrauner bis gelblichbrauner (10 YR 5/6), sehr humusarmer, karbonatreicher, schluffig-lehmiger Sand, bei Nässe weniger klebrig, nach Trocknung leicht zu zerkleinern; frisch, Korngefüge.
C ₂ 80 - 100 cm	Blassbrauner bis gelblichbrauner (10 YR 5/6), sehr humusarmer, karbonathaltiger, schluffig-lehmiger Sand, bei Nässe kaum klebrig; Einzelkorngefüge.

Profil II

Ap 0 - 5 cm	Brauner bis gelblichbrauner (10 YR 4/4), humusarmer, karbonatreicher, schluffiger Lehm, bei Nässe klebrig und plastisch, starkes, anhalten-des Brausen mit HCl, in der Oberfläche breite, tiefe Risse (Bild 18), Schollen- und Klumpengefüge.
Ap 5 - 20 cm	Brauner bis gelblichbrauner (10 YR 4/4), humusarmer, karbonatreicher, schluffiger Lehm, bei Nässe klebrig, mehrere CaCO ₃ -Anreicherungen, alte Wurzel- und Pflanzenreste, Schollen- und Klumpengefüge.
Bt ₁ 20 - 40 cm	Grauer bis gelblichbrauner (10 YR 4/4), humusarmer, karbonatreicher, toniger Lehm, bei Nässe klebrig und plastisch, mehrere CaCO ₃ -Konkretio-

- nen, Krümelgefüge.
- Bt₂ 40 - 60 cm Hellgrauer bis brauner (10 YR 4/4), schwachhumoser, karbonatreicher, schluffiger Lehm, bei Nässe klebrig und plastisch, Krümelgefüge.
- C₁ 60 - 80 cm Hellgrauer bis brauner (10 YR 4/4), humusarmer, karbonatreicher, schluffig-lehmiger Sand; bei Nässe wenig klebrig und wenig plastisch, frisch, Einzelkorngefüge.
- C₂ 80 - 100 cm Hellgrauer bis brauner (10 YR 5/3), humusarmer, karbonathaltiger, sandig-lehmiger Schluff, bei Nässe klebrig und plastisch, angenehme Frische des Bodens; Einzelkorngefüge.
- Profil III
- Ap 0 - 5 cm Blass-bis gelblichbrauner (10 YR 4/4), schwach humoser, karbonatreicher, sandig-lehmiger Schluff Während der Probeentnahme befand sich der Boden in völlig trockenem Zustand, breite Rissbildung, bei Nässe klebrig und plastisch, nach Trocknung fest, Schollen- und Klumpengefüge.
- Ap 5 - 20 cm Brauner bis gelblichbrauner (10 YR 4/4), schwach humoser, karbonatreicher, schluffiger Lehm, bei Nässe klebrig und plastisch, nach Trocknung fest; zur Zeit der Probeentnahme trocken mit Rissbildung; Schollen- und Klumpengefüge.
- Bt₁ 20 - 40 cm Blass- bis gelblichbrauner (10 YR 4/4) schwach humoser, karbonatreicher, sandig-lehmiger Schluff bei Nässe wenig klebrig und wenig plastisch, frisch, einzelne CaCO₃-Anreicherungen, Krümelgefüge.
- Bt₂ 40 - 60 cm Blass- bis gelblichbrauner (10 YR 4/4), schwach humoser, karbonatreicher, sandig-schluffiger Lehm, bei Nässe wenig klebrig und wenig plastisch frisch, Krümelgefüge.
- C₁ 60 - 80 cm Blass- bis gelblichbrauner (10 YR 4/4), humusarmer, karbonatreicher, sandiger Lehm, bei Nässe wenig klebrig und wenig plastisch, spürbare Bodenfrische, Einzelkorngefüge.
- C₂ 80 - 100 cm Leichtgrauer bis brauner (10 YR 5/3), humus-

armer, karbonatreicher, sandig-schluffiger Lehm, bei Nässe wenig klebrig und wenig plastisch, Einzelkorngefüge.

Profil IV

- Ap₀ 0 - 5 cm Blassbrauner (10 YR 4/4), schwach humoser, karbonatreicher, schluffiger Lehm, bei Nässe klebrig und plastisch, trocken mit tiefer Rissbildung auf der Bodenoberfläche, Schollen- und Klumpengefüge.
- Ap₁ 5 - 20 cm Blassbrauner (10 YR 4/4), schwach humoser, karbonatreicher, schluffiger Lehm, bei Nässe klebrig und plastisch, nach Trocknung fest, während der Entnahme trocken mit fortgesetzter Rissbildung, Schollen- und Klumpengefüge.
- Bt₁ 20 - 40 cm Blass-gelblichbrauner (10 YR 4/4), schwach humoser, karbonatreicher, schluffiger Lehm. Bei Nässe klebrig und plastisch, angenehm frisch, einzelne runde und aderförmige CaCO₃-Anreicherungen, Krümelgefüge.
- Bt₂ 40 - 60 cm Blass- bis gelblichbrauner (10 YR 4/4), humusarmer, karbonatreicher, schluffiger Lehm, bei Nässe klebrig und plastisch, CaCO₃-Anreicherungen, Krümelgefüge.
- C₁ 60 - 80 cm Blass- bis gelblichbrauner (10 YR 4/4), humusarmer, karbonatreicher, sandiger Lehm, bei Nässe wenig klebrig und wenig plastisch, angenehme Bodenfrische, Einzelkorngefüge.
- C₂ 80 - 100 cm Leichtgrauer bis brauner (10 YR 5/3), humusarmer, karbonatreicher, sandiger Lehm, bei Nässe kaum plastisch, Einzelkorngefüge.

Feld V

Feld V liegt außerhalb des Betriebsgeländes und war mit Weizen bestellt. Da es unbewässert war, wurde es als Vergleichsprofil aufgegraben. Genaue Angaben über die Düngung lagen leider nicht vor. Nach Angaben des Besitzers wurden ca 250 kg/ha Ammoniumsulfat im Herbst gegeben.

Profil V

- Ap 0 - 5 cm Blass- bis brauner (10 YR 4/4), schwach humoser, karbonatreicher, schluffig-toniger Lehm, bei Nässe klebrig und plastisch, nach Trocknung fest, während der Entnahme vollkommen trocken mit breiter Rissbildung der Oberfläche, Klumpen- und Schollengefüge.
- Ap 5 - 20 cm Hellbrauner bis brauner (10 YR 4/3), schwach humoser, karbonatreicher, schluffig-toniger Lehm, bei Nässe klebrig und plastisch, nach Trocknung fest, Fortsetzung der Rissbildung, Klumpen- und Schollengefüge.
- Bt₁ 20 - 40 cm Hellbrauner bis gelblichbrauner (10 YR 5/4), humusarmer, karbonatreicher, schluffiger Lehm, bei Nässe klebrig und plastisch, während der Probeentnahme trocken, Krümelgefüge.
- Bt₂ 40 - 60 cm Leichtgrauer bis gelblichbrauner (10 YR 5/4), humusarmer, karbonatreicher, schluffiger Lehm, bei Nässe klebrig und plastisch, nach Trocknung fest, angenehme Bodenfrische, einzelne Karbonatanreicherungen, Krümelgefüge.
- C₁ 60 - 80 cm Leichtgrauer bis gelblichbrauner (10 YR 5/4), humusarmer, karbonatreicher, sandig-schluffiger Lehm, bei Nässe wenig klebrig und wenig plastisch, auch hier einzelne Karbonatanreicherungen, Einzelkorngefüge.
- C₂ 80 - 100 cm Leichtgrauer bis gelblichbrauner (10 YR 5/4), humusarmer, karbonatreicher, sandig-schluffiger Lehm, bei Nässe wenig klebrig und wenig plastisch, Einzelkorngefüge.

Tabelle 23

Versuchsfeld Eskisehir

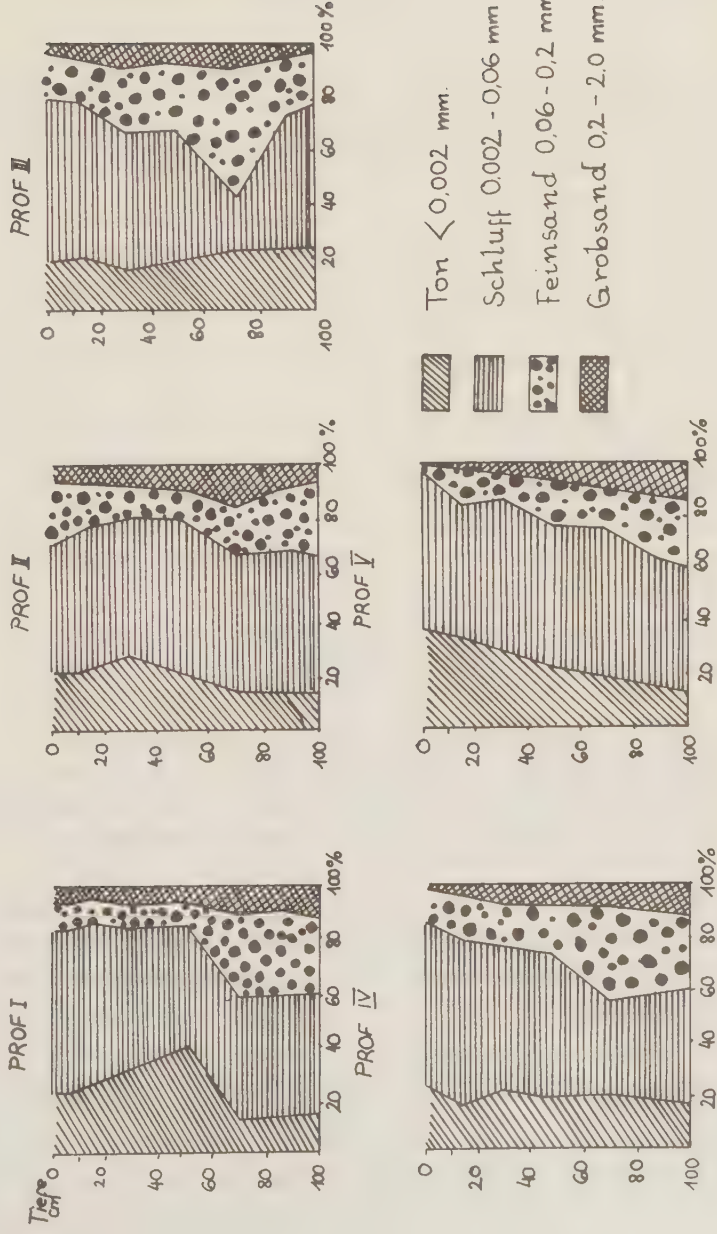
Korngrößenverteilung, Bodenart, Fließgrenze, pH, CaCO_3 -Gehalt,
Organische Substanz und Bodenfarbe der Profile

Prof. Jahr	Tiefe in cm	Ton < 0.002mm %	Schluff 0.002--0.06- %	Fein-Sand 0.06-0.2mm %	Grob-Sand 0.2-2.0mm %	Bodenart	Fließ- grenze %	pH in KCl	CaCO_3 %	org. Subst. %	Bodenfarbe trocken	feucht
I	20.9.67	0-5	22.60	62.06	11.67	3.67	uL	7.46	6.40	1.20	7.5 YR -5/2	7.5 YR -4/2
	Z. Rüben	5-20	26.50	56.87	12.61	4.00	uL	7.45	6.40	1.05	7.5 YR -6/2	7.5 YR -5/2
		20-40	31.20	54.33	9.56	4.90	utL	7.40	9.00	0.65	7.5 YR -7/2	7.5 YR -5/4
		40-60	38.60	45.41	10.44	5.50	tL	7.46	9.80	0.50	7.5 YR -7/2	10 YR -5/4
		60-80	12.40	45.52	30.42	11.65	uLS	7.51	9.40	0.38	10 YR -7/4	10 YR -5/6
II	Weizen	80-100	12.80	44.43	31.32	11.45	uLS	7.53	7.20	0.20	10 YR -7/4	10 YR -5/6
		0-5	22.20	51.48	20.54	5.77	uL	7.50	8.40	1.72	10 YR -5/3	10 YR -4/4
		5-20	24.80	53.20	16.34	5.65	uL	7.42	8.00	1.17	10 YR -6/3	10 YR -4/4
		20-40	28.30	49.45	15.60	6.64	tL	7.40	9.50	0.52	10 YR -7/2	10 YR -5/4
		40-60	21.20	56.62	15.80	6.38	uL	7.42	11.50	0.38	10 YR -7/2	10 YR -5/3
III	Weizen	60-80	14.10	50.29	21.30	14.32	uLS	7.47	10.70	0.35	10 YR -7/2	10 YR -5/3
		80-100	13.10	53.02	27.11	6.67	sLU	7.46	6.50	-	10 YR -7/2	10 YR -5/3
		0-5	17.80	61.23	16.12	4.84	sLU	7.50	5.10	1.11	10 YR -6/3	10 YR -4/4
		5-20	19.00	58.16	17.84	5.10	uL	7.38	5.60	1.14	10 YR -5/3	10 YR -4/4
		20-40	15.60	50.94	23.92	7.54	uLS-sLU	7.48	8.00	0.86	10 YR -6/3	10 YR -4/4
IV	Weizen	40-60	16.70	48.78	27.66	6.85	sL	7.55	8.50	0.63	10 YR -6/3	10 YR -4/4
		60-80	20.90	22.66	46.76	8.67	st	7.68	7.30	0.32	10 YR -6/3	10 YR -4/4
		80-100	21.70	49.21	24.25	4.83	sul	7.77	8.00	-	10 YR -7/2	10 YR -5/3
		0-5	21.34	60.76	14.20	3.70	uL	7.65	6.40	1.22	10 YR -6/3	10 YR -4/4
		5-20	17.44	63.56	14.90	4.10	uL	7.44	5.80	1.30	10 YR -6/3	10 YR -4/4
V	unbewäs- sert	20-40	20.75	52.65	17.39	9.21	uL	7.42	9.70	0.56	10 YR -6/3	10 YR -4/4
		40-60	18.43	50.17	22.50	8.90	uL	7.63	10.30	0.44	10 YR -6/3	10 YR -4/4
		60-80	18.20	36.04	36.23	9.53	sL	7.72	9.60	0.30	10 YR -6/3	10 YR -4/4
		80-100	17.30	39.98	31.40	11.32	uL	7.66	7.80	-	10 YR -7/2	10 YR -5/2
		0-5	35.90	61.43	2.64	0.26	utL	7.35	7.30	1.00	10 YR -6/3	10 YR -4/4
VI	Weizen	5-20	34.50	55.33	8.90	1.37	utL	7.30	8.00	0.90	10 YR -6/3	10 YR -4/4
		20-40	27.70	58.18	12.27	1.85	uL	7.31	6.70	0.28	10 YR -6/3	10 YR -5/4
		40-60	21.16	54.03	19.64	4.72	uL	7.37	9.00	-	10 YR -7/2	10 YR -5/4
		60-80	18.47	50.54	21.36	9.63	sul-uL	7.44	9.80	-	10 YR -7/2	10 YR -5/4
		80-100	13.55	45.15	21.80	11.50	suL	7.45	8.00	-	10 YR -7/2	10 YR -5/4

Versuchspeld Eskisehir

Korngrößenverteilung der einzelnen Profile.

1967 Sept.



8.2 Durchführung der Probeentnahme

Die untersuchten Profile liegen auf dem Gelände der Saatzucht- und Vermehrungsanstalt der türkischen Zuckerindustrie. Auch hier erfolgte die Probeentnahme innerhalb von drei Jahren zu den folgenden Zeiten:

20.9.1967

1.6.1968

17.7.1969

Da keine Horizonte zu erkennen waren, wurden die Proben aus den Tiefen 0 - 20 cm, 20 - 40 cm, 40 - 60 cm, 60 - 80 cm und 80 - 100 cm entnommen. Das Grundwasser wurde bei keiner Profilausgrabung erreicht.

8.3 Kornverteilung im Untersuchungsgebiet

In dem Untersuchungsgebiet von Eskişehir handelte es sich vorwiegend um lehmige Böden, deren Kornzusammensetzung mit der Tiefe gröber wurde. Ihre Entstehung ist auf die Ablagerungen und Überflutungen des Porsukflusses zurückzuführen.

Aus Abb.21 geht hervor, daß die Böden des Versuchsfeldes Eskişehir durchweg sehr schluffreich sind, so daß die Bodenart zwischen sandig-schluffigem Lehm und tonig-schluffigem Lehm schwankt.

Bei den ersten beiden Profilen nahm der Tonanteil bis 60 cm Tiefe zu, was man auf eine Tonanreicherung durch die Bewässerung zurückführen kann. Bei Profil I war dann ab 60 cm eine deutliche Tonabnahme zu verzeichnen, welche bei Profil II schon bei 40 cm allerdings langsamer einsetzte. Profil III und IV zeigten dagegen eine mehr oder weniger einheitliche Tonverteilung in allen Tiefen. Profil V als unbewässerter

Vergleich hatte fast 36% Ton in den oberen Bodenschichten, ab 20 cm Tiefe sank der Anteil ab.

Die Schluffraktion lag bei allen Profilen im Oberboden um 60%, bis auf Profil II nahm der Gehalt mit der Tiefe ab, bei Profil II hingegen blieb er unverändert.

In Eskişehir lag der Sandanteil der Profile wesentlich höher als in Çumra, die höchsten Werte wurden in 80 cm Tiefe festgestellt. Größere Steine waren nicht zu finden, außer am Ufer des Porsukflusses weit von den Untersuchungsfeldern.

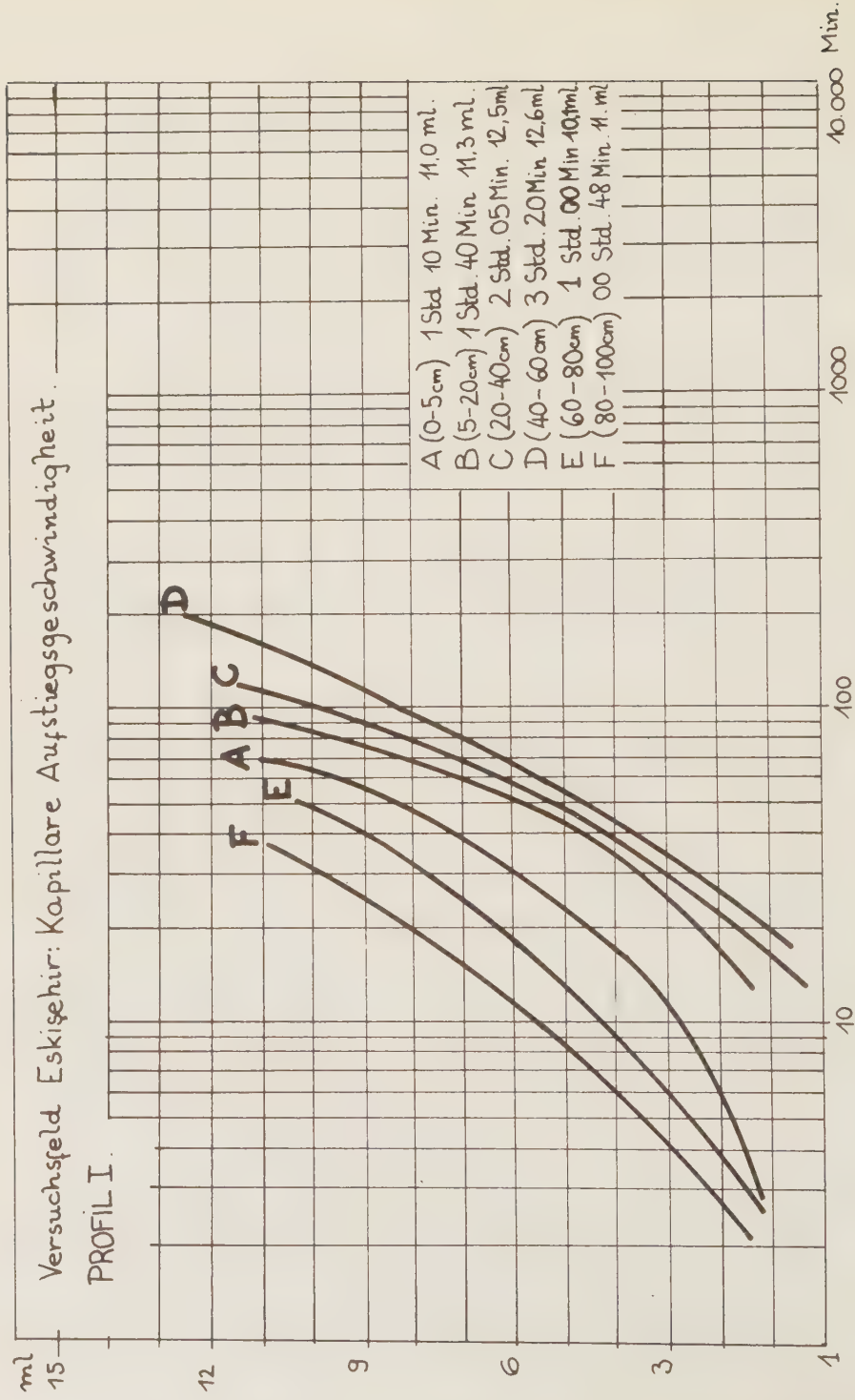
Der Kalziumkarbonatgehalt der Böden von Eskişehir lag wesentlich niedriger als in Çumra. Der Gehalt im Oberboden betrug durchschnittlich 6% und erreichte dann zwischen 40 - 80 cm seine Höchstwerte bis 11.5% (Tabelle 23, Abb.21).

8.4 Die kapillare Aufstiegsgeschwindigkeit des Wassers in den Böden von Eskişehir (Abb.22, 23, 24, 25, 26)

Die kapillare Bewegung des Wassers erfolgte im Verhältnis zu den Profilen von Çumra bedeutend schneller. Den Grund hierfür sollte man in erster Linie in der Kornverteilung der Böden suchen. Der Tonanteil der Profile in Eskişehir lag wesentlich niedriger, die Sandfraktionen entsprechend höher als in Çumra. Die Kalzium-Anlagerungen der Tonminerale waren gegenüber den Magnesium- und den Natrium-Anteilen sehr hoch, was einen weiteren fördernden Faktor des schnelleren kapillaren Aufstiegs bildet.

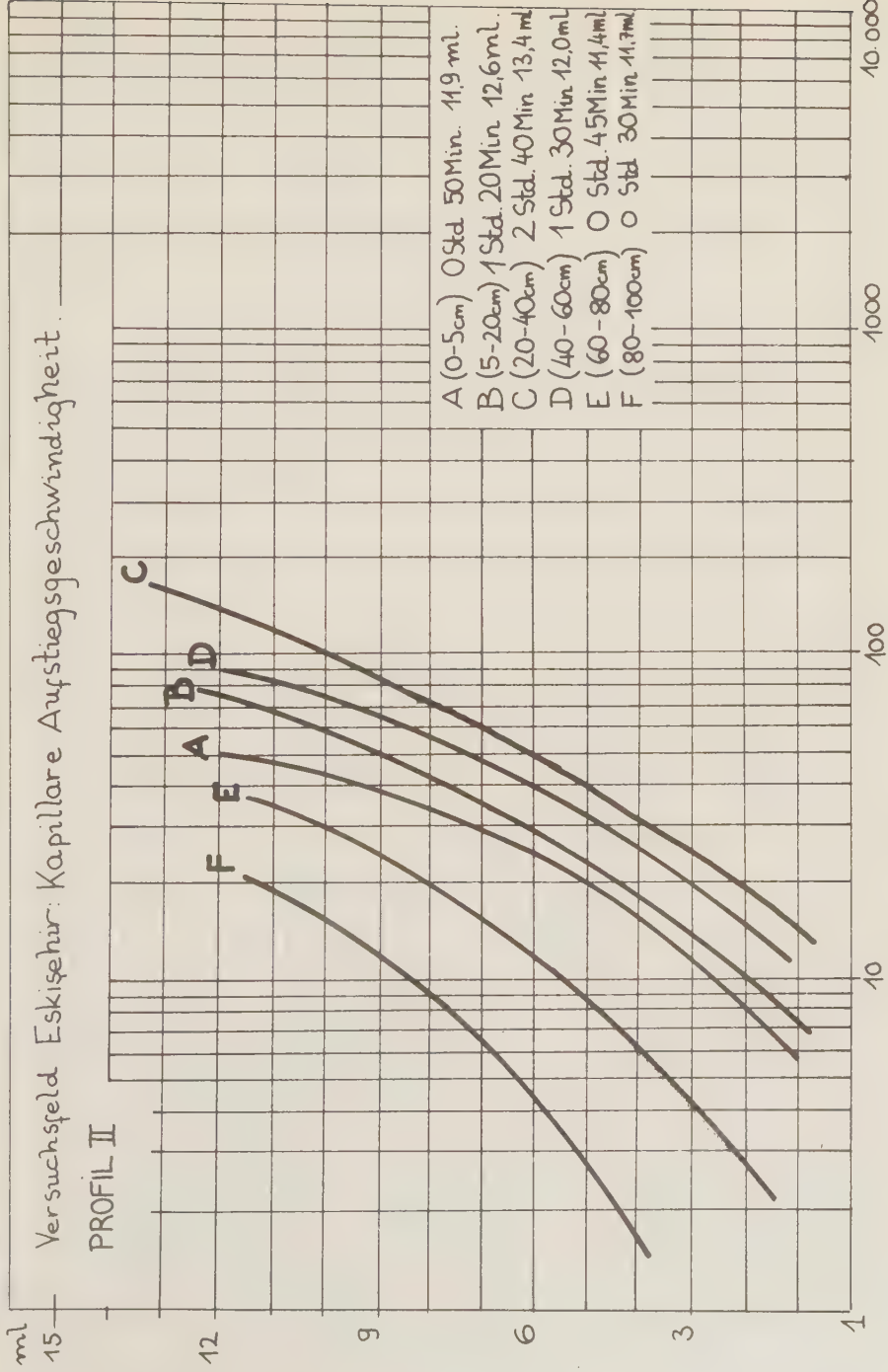
Da das Grundwasser sehr tief und die unteren Schichten des Bodens grobkörniger waren, bestand keine Möglichkeit für das Grundwasser durch Kapillarität bis in die oberen Bodenschichten zu gelangen. Ein Teil des durch Niederschläge oder Bewässerung in den Boden gelangten Wassers wurde in den 40 - 60 cm tief liegenden tonreichen Schichten gehalten, und von hier aus konnte dann eine Bewegung des Wassers durch Kapillarität während der

Abb. 22



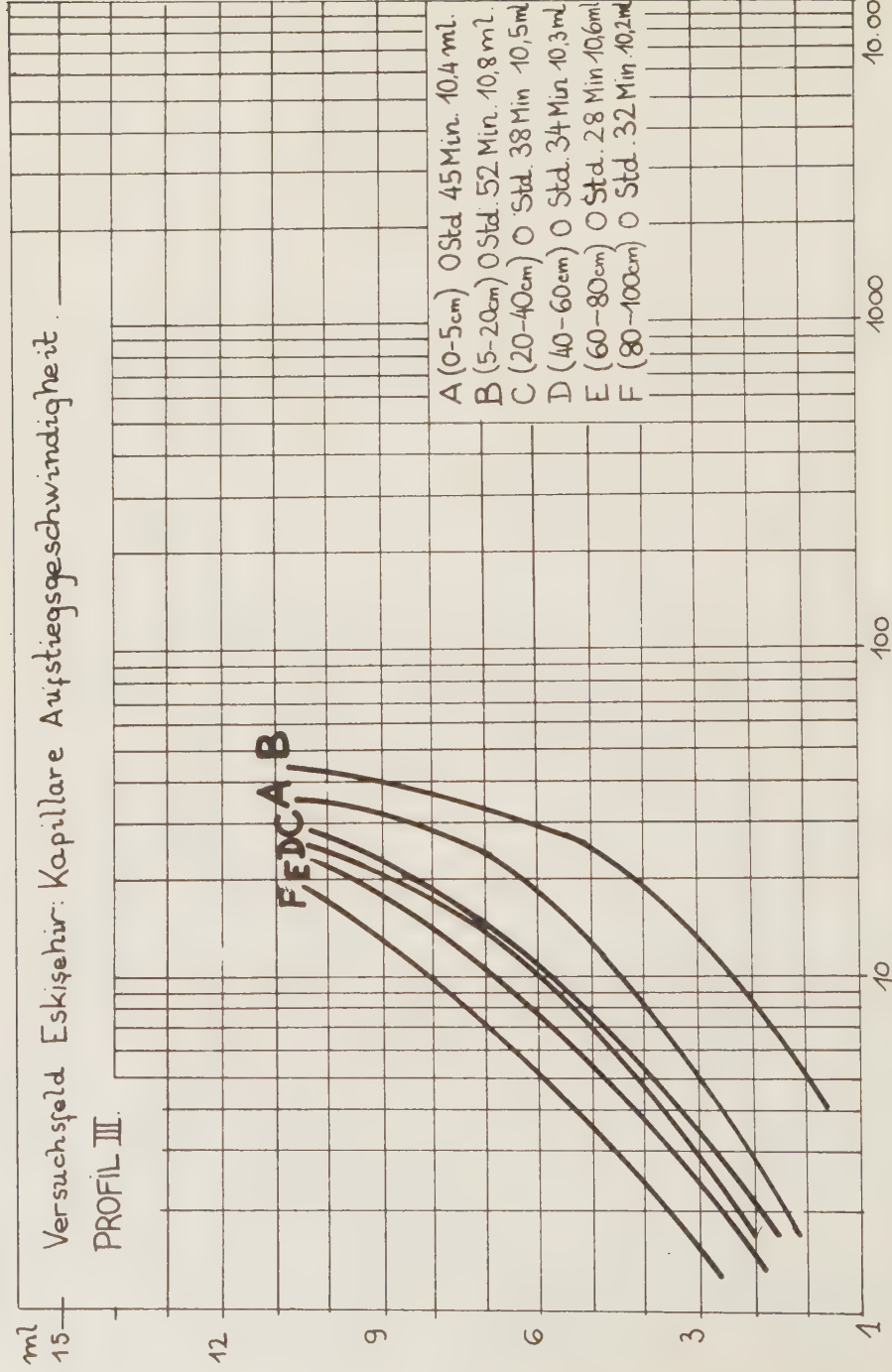
Versuchsfeld Eskişehir: Kapillare Aufstiegsgeschwindigkeit

PROFIL II



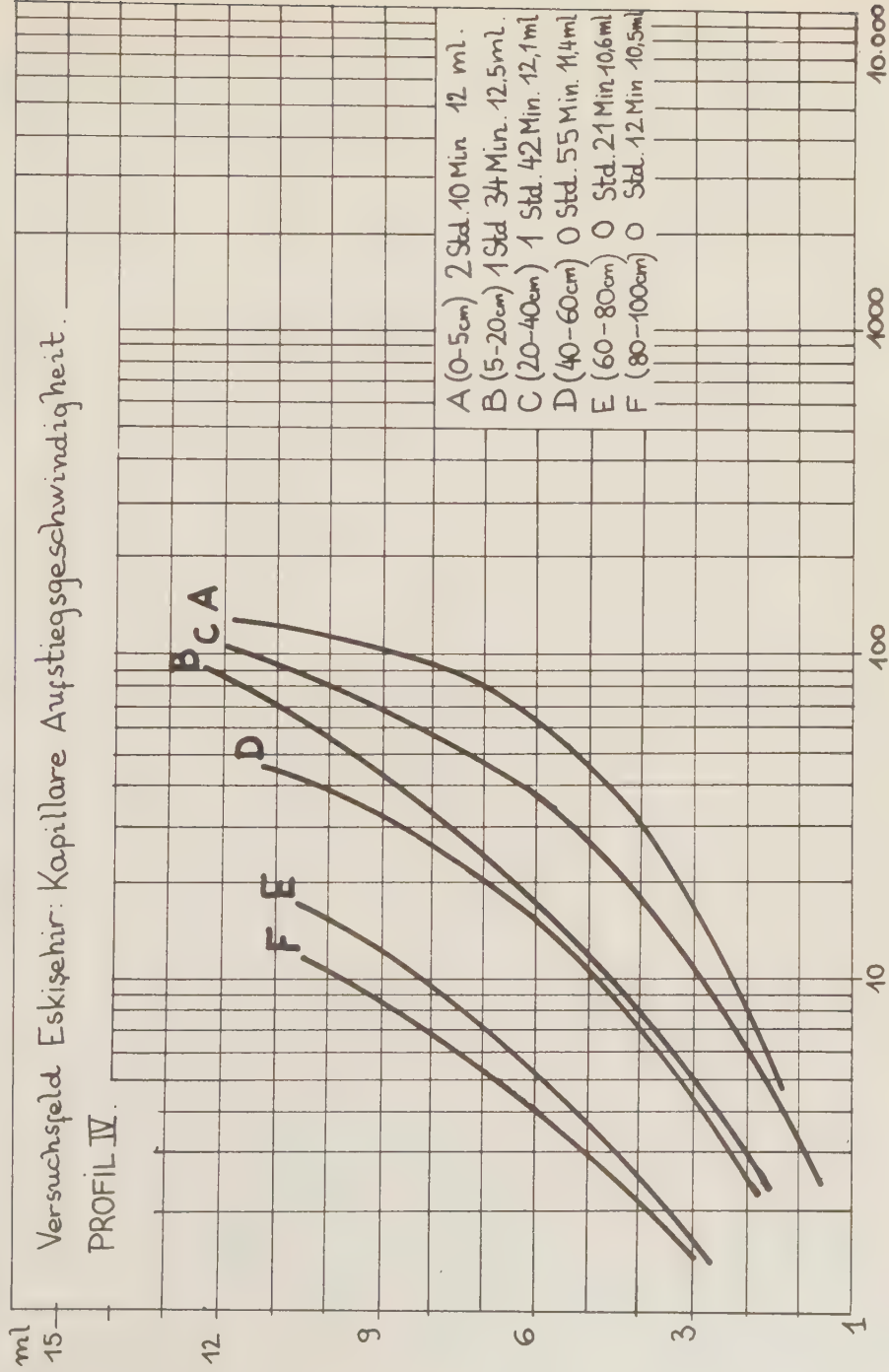
Versuchsfeld Eskişehir: Kapillare Aufstiegs geschwindigkeit

PROFIL III.



Versuchsfeld Eskişehir: Kapillare Aufstiegsgeschwindigkeit.

PROFIL IV.



Versuchsfeld Eskişehir: Kapillare Aufstiegsgeschwindigkeit.

PROFIL V.

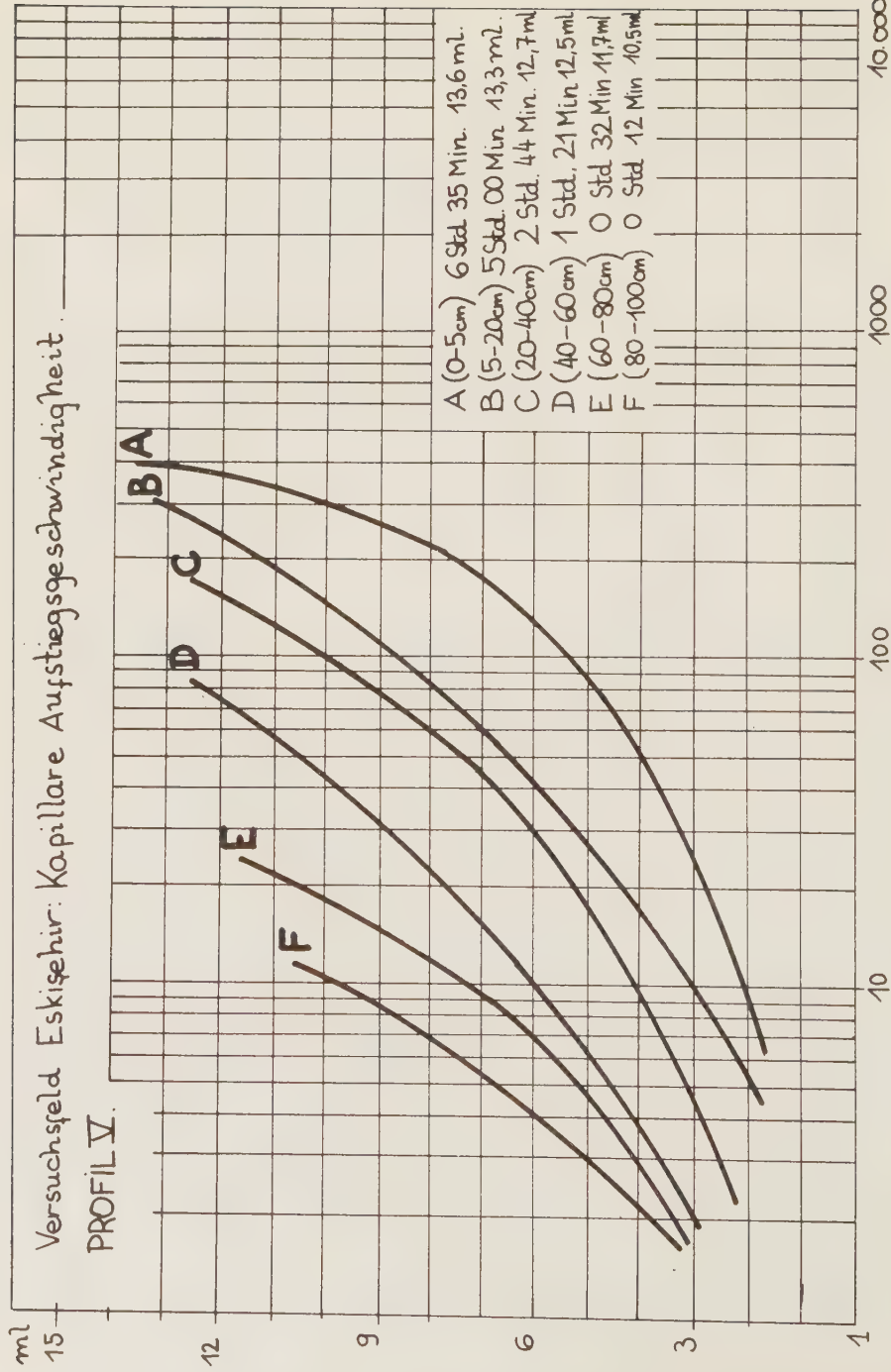


Tabelle 24

Die Tonminerale der untersuchten Böden in Eskişehir.

Profil I 17. Juli 1969 (Winterweizen)

Tiefen

0 - 20 cm	9.90 Å°	s	Illit und Halloysit
	4.45 Å°	s	Muscovit
	3.57 Å°	sst	Kaolinit
	3.47 Å°	sst	Muscovit
	3.35 Å°	st	Quarz
Feldspatvertreter sind vorhanden.			
20 - 40 cm	17.80 Å°	ss	Montmorillonit
	9.90 Å°	st	Illit und Halloysit
	7.10 Å°	ss	Kaolinit und Chlorit
	4.44 Å°	st	Muscovit
	4.24 Å°	s	Quarz
	3.45 Å°	sst	Muscovit
	3.32 Å°	st	Quarz
Feldspatvertreter sind vorhanden.			
40 - 60 cm	17.80 Å°	s	Montmorillonit
	9.90 Å°	st	Illit und Halloysit
	7.00 Å°	s	Vermiculit und Chlorit
	4.74 Å°	ss	Vermiculit
	4.45 Å°	s	Muscovit
	3.48 Å°	s	Muscovit
	3.32 Å°	st	Quarz
Feldspatvertreter sind vorhanden.			
60 - 80 cm	17.80 Å°	st	Montmorillonit
	9.90 Å°	st	Illit und Halloysit
	7.10 Å°	st	Kaolinit und Chlorit
	4.98 Å°	s	Illit und Muscovit
	4.47 Å°	ss	Muscovit
	4.26 Å°	s	Quarz
	3.48 Å°	st	Muscovit
3.32 Å° s Quarz			

80 - 100 cm	17.80 A°	st	Montmorillonit
	14.20 A°	ss	Vermiculit und Chlorit
	9.90 A°	s	Illit und Halloysit
	7.15 A°	ss	Kaolinit und Vermiculit
	4.98 A°	ss	Illit und Muscovit
	4.47 A°	ss	Muscovit
	3.48 A°	st	Muscovit
	3.57 A°	ss	Kaolinit
	3.32 A°	st	Quarz

Profil II 17. Juli 1969 (Winterweizen)

0 - 20 cm	17.80 A°	ss	Montmorillonit
	9.90 A°	st	Illit und Halloysit
	7.00 A°	st	Vermiculit und Chlorit
	3.48 A°	ss	Muscovit
	3.32 A°	st	Quarz

Profil III 17. Juli 1969 (Winterweizen)

0 - 20 cm	14.20 A°	ss	Vermiculit und Chlorit
	9.90 A°	ss	Illit und Halloysit
	7.15 A°	s	Kaolinit und Vermiculit
	4.98 A°	s	Illit und Muscovit
	4.47 A°	st	Muscovit
	4.26 A°	s	Quarz
	3.48 A°	ss	Muscovit
	3.35 A°	ss	Quarz

Feldspatvertreter sind vorhanden.

Profil IV 17. Juli 1969 (Zuckerrüben)

0 - 20 cm	17.80 ▲°	ss	Montmorillonit
	10.00 ▲°	s	Illit und Halloysit
	7.15 ▲°	ss	Kaolinit und Vermiculit
	4.98 ▲°	ss	Illit und Muscovit
	4.47 ▲°	s	Muscovit
	3.48 ▲°	st	Muscovit
	3.32 ▲°	st	Quarz

Profil V 17. Juli 1969 (Winterweizen)

0 - 20 cm	9.90 ▲°	st	Illit und Halloysit
	7.00 ▲°	s	Vermiculit und Halloysit
	4.48 ▲°	st	Muscovit
	3.32 ▲°	st	Quarz

ss = sehr schwach
s = schwach
st = stark
sst = sehr stark

Trockenperioden stattfinden.

Das tonreichste Profil V zeigte eine schlechte Wasserbewegung des Oberbodens. Der kapillare Aufstieg dauerte hier 5 - 6 Stunden, ab 60 cm Tiefe sank dann die Aufstiegsgeschwindigkeit auf Werte unter 1 Stunde ab. Auch die anderen Profile I - IV hatten ab 60 cm Tiefe eine gute Wasserführung.

8.5 Die Tonminerale der untersuchten Böden in Eskişehir

Ebenso wie in Çumra lagen in Eskişehir die untersuchten Felder nahe beieinander. Aus diesem Grunde wurden bei einem Profil alle Tiefen und bei den anderen nur der Oberboden von 0 - 20 cm Tiefe auf die Tonmineralzusammensetzung untersucht (Tabelle 24).

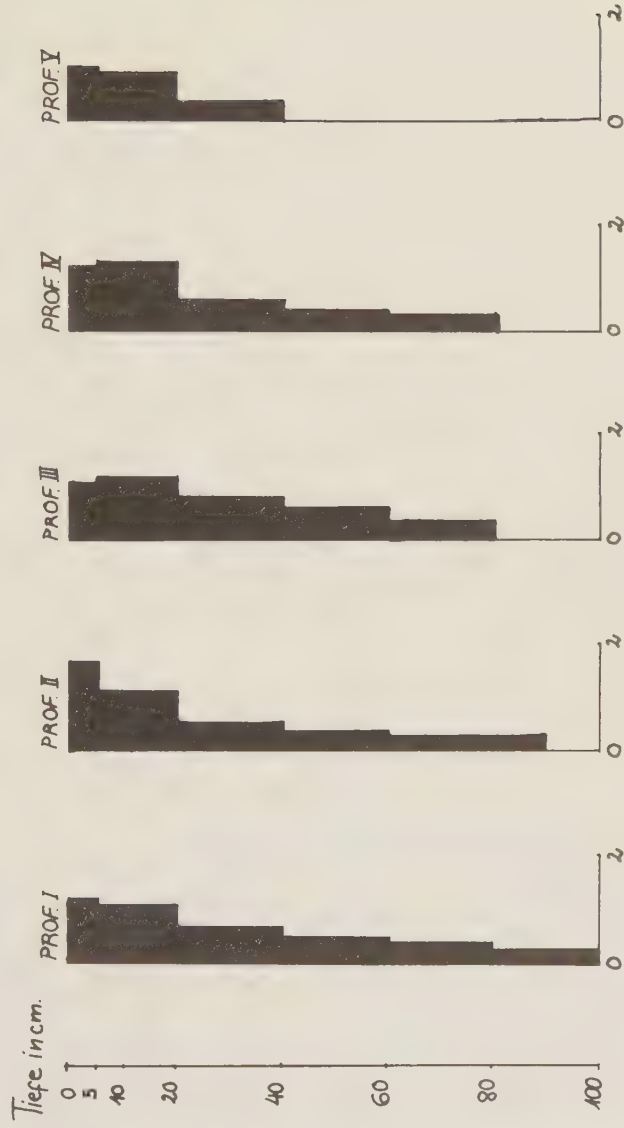
Die breiten Interferenzen weisen darauf hin, daß auch diese jungen alluvialen Böden nicht vollständig entwickelt sind. Auffallend ist der geringe Gehalt silikatischer Tonminerale, außer Muskovit im Oberboden, kenntlich an den schwachen Reflexen; ferner sind die Minerale im Oberboden, außer Quarz, Muskovit und Kaolinit schlecht kristallisiert. Die montmorillonitischen Minerale sind ab 40 cm Tiefe stärker vertreten. Es könnte sein, daß die montmorillonitischen Minerale durch Einlagerung von K^+ -Ionen in die Zwischenschichten eine Umwandlung zu illitischen Mineralen erfuhren. Das K^+ ist bei der Verwitterung kaliumhaltiger primärer Minerale freigesetzt worden, unter gleichzeitiger Bildung von Illiten aus den primären Mineralen. Das K^+ -Angebot ist im Oberboden wegen der dort intensiveren Verwitterung größer als in den tieferen Horizonten. Dies dürfte das Fehlen des Montmorillonits im Oberboden erklären.

8.6 Organische Substanz der Böden von Eskişehir

Alle vier Profile der Versuchsfelder von Eskişehir zeigten im Oberboden kaum Unterschiede im Gehalt an organischer Substanz; die Werte lagen zwischen 1.11 - 1.72%; ab 20 cm Tiefe nahm der Anteil ständig ab. Bei Profil V, welches sich in privater Hand befand, und kaum mit organischen Düngern versehen wurde, lag der Humusanteil des Oberbodens bei 0.9 - 1.0%; ab 40 cm Tiefe waren nur geringe Mengen organischer Substanz nachzuweisen (Tabelle 23, Abb.27).

Abb. 27

Versuchsfeld Eskisehir : Verteilung der organischen Substanz Sept. 1967



Gew. % organische Substanz.

Tabelle 25

Versuchsfeld Eskişehir

pH-Werte der einzelnen Profile während des Untersuchungszeit-
raumes, gemessen in 1 n KCl.

	Sept. 1967	Juni 1968	Juli 1969
Profil I			
0 - 5 cm	7.46	6.85	7.30
5 - 20	7.45	6.70	7.35
20 - 40	7.40	6.50	7.20
40 - 60	7.46	7.20	7.25
60 - 80	7.51	7.25	7.20
80 - 100	7.53	7.38	7.30
Profil II			
0 - 5	7.50	7.35	7.45
5 - 20	7.42	7.30	7.40
20 - 40	7.40	7.40	7.50
40 - 60	7.42	7.45	7.40
60 - 80	7.42	7.45	7.45
80 - 100	7.46	7.55	7.50
Profil III			
0 - 5	7.50	7.20	7.35
5 - 20	7.38	7.30	7.30
20 - 40	7.48	7.45	7.35
40 - 60	7.55	7.45	7.25
60 - 80	7.68	7.30	7.30
80 - 100	7.77	7.35	7.40
Profil IV			
0 - 5	7.65	7.20	7.35
5 - 20	7.44	7.25	7.30
20 - 40	7.42	7.30	7.35
40 - 60	7.63	7.30	7.45
60 - 80	7.72	7.35	7.40
80 - 100	7.66	7.40	7.30
Profil V			
0 - 5	7.35	7.20	7.40
5 - 20	7.30	7.30	7.45
20 - 40	7.31	7.25	7.30
40 - 60	7.37	7.25	7.35
60 - 80	7.44	7.40	7.40
80 - 100	7.45	7.40	7.40

8.7 pH-Wert der einzelnen Profile während des Untersuchungszeitraumes

Der hohe Karbonatgehalt der Böden von Eskişehir schlägt sich bei allen Profilen im pH-Wert nieder. Er bewegt sich nur im alkalischen Bereich. Ein Ansteigen oder Absinken des pH-Wertes während des Untersuchungszeitraumes wurde in Tabelle 25 aufgeführt.

8.8 Die Verhältnisse von Grund- und Bewässerungswasser zur Zeit der Probeentnahme.

Da der Grundwasserspiegel sehr tief lag, konnten während der Profilausgrabungen keine Wasserproben entnommen werden. Dagegen bot sich das Bewässerungswasser zu Untersuchungen an, welches aus ca. 20 m tiefen Bohrungen auf dem Betriebsgelände entnommen wurde. Es mußte in dieser Tiefe genügend Wasser vorhanden sein, da durchschnittlich 40 l/sec. für die Bewässerung entnommen wurden, und die Bohrungen auch bei langer Bewässerung ihre Leistung beibehielten.

Nach RICHARD'S Diagramm ist dieses Bewässerungswasser in die $c_3 - s_1$ Klasse einzuordnen (Tabelle 26).

Hierbei weist c_3 auf eine relativ hohe Leitfähigkeit und s_1 auf das niedrige Natriumadsorptionsverhältnis hin.

Während des Untersuchungszeitraumes zeigten sich in dem Bewässerungswasser von Eskişehir keine nennenswerten Unterschiede in der Salzkonzentration; aus ca. 20 m Tiefe heraufgepumpt, konnte es kaum durch oberirdische Faktoren beeinflußt werden.

Brunnen I zeigte im September 1967 eine Leitfähigkeit von 1.38 mmhos/cm bei 25°C, im Juni 1968 1.35 mmhos/cm und im Juli 1969 einen schwachen Anstieg auf 1.42 mmhos/cm.

Brunnen II hatte im September 1967 eine Leitfähigkeit von 0.76 mmhos/cm, im Juni 1968 fast den gleichen Wert von 0.75 mmhos/cm und im Juli 1969 eine Steigerung auf 0.9 mmhos/cm.

Das Wasser aus Brunnen III zeigte im September 1967 0.94 mmhos/cm, im Juni des folgenden Jahres eine Steigerung auf 0.98 mmhos/cm und dann ein Absinken im Juli 1969 auf 0.82 mmhos/cm.

Tabelle 26

Versuchsfeld Eskigehir

Tiefe und Salzgehalt des Bewässerungswassers während des Untersuchungszeitraumes

Brunnen	Zeit der Probe-entnahme	pH in H ₂ O	Leitföh. mmhos/cm bei 25°C	Kationen mval/l Ca ²⁺ Mg ²⁺ Na ⁺	SAR = $\frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{2}}}$	CO ₃ ²⁻ HCO ₃ ⁻	Anionen mval/l SO ₄ ²⁻ Cl ⁻	Klasse	Bor ppm
für die Felder 3-4	1.6.68	7.60	1.35	3.78 7.45 1.47	0.64	-	6.85 1.52 3.35	(C ₃ -S ₁)	0.03
I	17.7.69	7.44	1.42	4.20 8.10 2.15	0.89	-	7.50 2.15 4.00	"	"
ca. Tiefe 20m 40 l/sec	20.9.67	7.52	1.38	3.50 6.80 2.30	1.04	-	7.40 2.50 4.30	"	"
II	1.6.68	7.30	0.75	2.45 4.20 0.60	0.31	-	4.10 0.80 1.45	(C ₂ -S ₁)	0.03
ca. Tiefe 20m 40 l/sec	17.7.69	7.50	0.90	3.30 6.10 1.20	0.59	-	5.25 1.20 2.30	(C ₃ -S ₁)	"
	20.9.67	7.45	0.76	2.85 5.46 0.90	0.45	-	5.30 1.64 2.40	"	"
für Feld I	1.6.68	7.20	0.98	3.10 6.75 0.63	0.28	-	6.00 1.40 2.50	(C ₃ -S ₁)	0.03
III	17.7.69	7.35	0.82	3.60 5.22 0.50	0.23	-	5.30 1.90 2.25	"	"
ca. Tiefe 20m 40 l/sec	20.9.67	7.42	0.94	3.85 6.20 2.00	0.90	-	5.70 2.20 3.60	"	"
für Feld II	1.6.68	7.40	1.40	4.35 6.10 2.00	0.90	-	6.15 1.30 3.20	"	"
IV	17.7.69	7.30	1.28	3.60 6.45 1.55	0.70	-	6.60 1.70 2.80	"	"
ca. Tiefe 20m 40 l/sec	20.9.67	7.50	1.36	4.10 7.50 2.40	1.00	-	6.25 1.40 3.50	"	"

Bei Brunnen IV lagen die Werte etwas höher, im September 1967 1.36 mmhos/cm, im Juni 1968 1.40 mmhos/cm und im Juli 1969 1.28 mmhos/cm.

Zusammenfassend ist festzustellen, daß die Leitfähigkeitswerte und die daraus resultierenden Salzkonzentrationen bei den Brunnen I und II im Juli 1969 höher lagen als im September 1967 und Juni 1968. Dagegen lagen bei den Brunnen III und IV die Werte von Juli 1969 niedriger als in den anderen Entnahmezeiten.

Innerhalb der einzelnen Jahre und Monate tritt eine Schwankung der Leitfähigkeit von 0.03 - 0.15 mmhos/cm auf. Der Grund für die geringe Schwankung liegt wohl in der relativ großen Tiefe des Grundwassers.

Die SAR-Werte zeigten einen regelrechten Anstieg von Juni bis September. Von den einzelnen Kationen herrschte Magnesium vor, Kalzium stand in dieser Reihenfolge an zweiter Stelle. Bei den Anionen des Bewässerungswassers war das Bikarbonat am stärksten vertreten, es folgten Cl^- und SO_4^{--} , wobei der Anionenanteil zu 30 - 40% aus Cl^- bestand. Die pH-Werte lagen im alkalischen Bereich.

8.8.1 Empfehlenswerte Wassermenge bei einer Bewässerung in Eskişehir

Die Bestimmung der Feldkapazität, des permanenten Welkepunktes, des Raumbewichts und der Feuchtigkeit wurden im August 1967 in Eskişehir durchgeführt. Die dazu notwendigen Proben wurden von Feld I, aus einer Versuchsparzelle von 34 m², aus 0 - 20, 20 - 40, 40 - 60 cm Tiefe entnommen.

Tiefen in cm	Feld-Kapazität	Welkepunkt	Raumbewicht
	H ₂ O-Gehalt (Vol%)	% H ₂ O	%
0-20	36.30	19.70	1.40
20-40	37.40	20.30	-
40-60	40.80	22.30	-

Die Parzelle von 34 m² wurde mit 174 mm Wasser bewässert (Furchenbewässerung). Nachdem das Wasser von der Bodenoberfläche verschwunden war, wurden zum zweitenmal Proben für die Feuchtigkeitsbestimmung entnommen.

Feuchtigkeitsgehalt in % vor der Bewässerung:

Tiefe in cm	Feuchtigkeitsgehalt in %				Ø F.-Gehalt in %
0-20	19.0	21.3	16.8	18.4	18.9
20-40	24.9	21.7	17.4	20.8	21.2
40-60	25.2	22.6	21.5	19.4	22.1

Feuchtigkeitsgehalt in % nach der Bewässerung mit 174 mm :

0-20	40.3	37.5	41.0	35.2	38.5
20-40	40.1	37.2	40.9	38.5	39.1
40-60	42.4	38.6	42.3	37.1	40.1

174 mm Bewässerungswasser entsprach etwa der betriebsüblichen Menge.

Nach den oben besprochenen Angaben würde eine Wassergabe von 164 mm pro Bewässerung für die Verhältnisse von Eskişehir genügen. Bei der guten Durchlässigkeit des Bodens, der Tiefe des Grundwasserspiegels, dürfte die Differenz von 10 mm pro Bewässerung kein Problem darstellen.

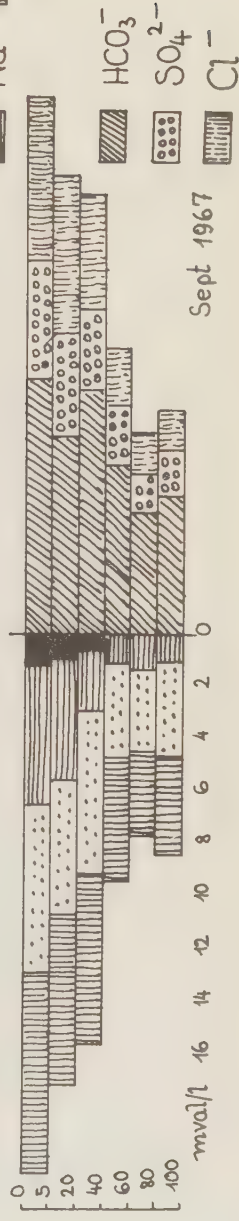
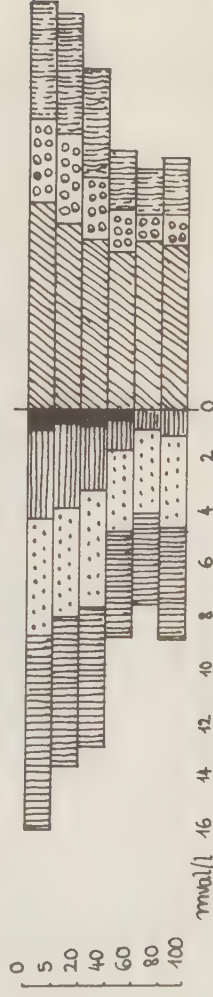
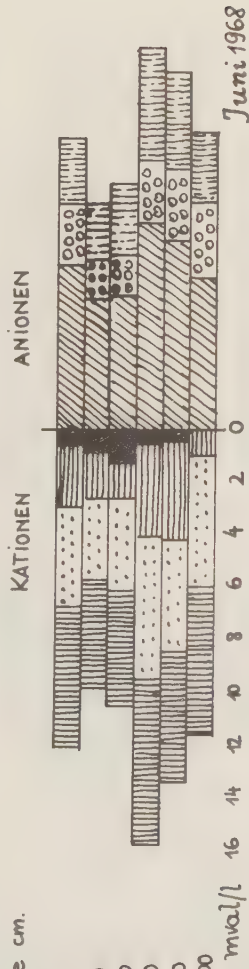
Auch hier müßten die Bewässerungen in kürzeren Abständen wiederholt werden (statt 30 - 40 Tage , 20 - 25 Tage).

8.9 Die leichtlöslichen Salze und ihre Bewegung innerhalb der Profile im Beobachtungszeitraum

Die untersuchten Profile von Eskişehir zeigten keine nennenswerten Konzentrationen an leichtlöslichen Salzen. Der Höchstwert innerhalb des Untersuchungszeitraumes lag bei 2.18 mmhos/cm.

Versuchsfeld Eskisehir: Konzentration der löslichen Salze in verschiedenen Untersuchungs-
Zeiten und Tiefen.
PROFIL I

Tiefe cm.



K^+ Mg^{2+}
 Na^+ Ca^{2+}

HCO_3^- SO_4^{2-} Cl^-

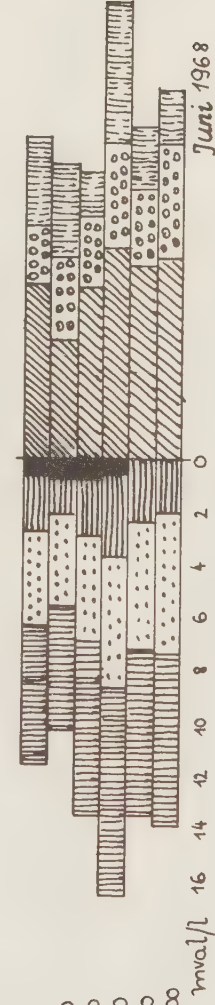
Versuchsfeld Eskisehir: Konzentration der löslichen Salze in verschiedenen Untersuchungs- Zeiten und Tiefen.

PROFIL II

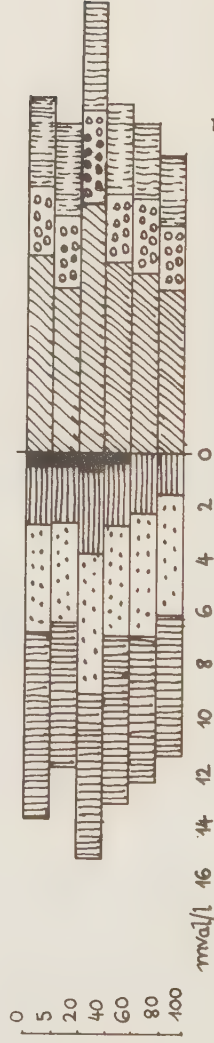
Tiefe cm.

KATIONEN

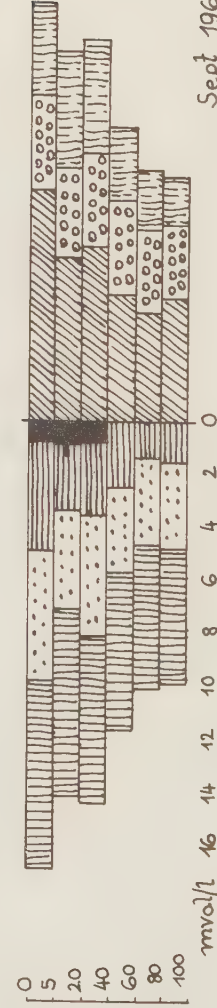
ANIONEN



Juni 1968



Juli 1969



Sept 1967

K^+ Mg^{2+}
 Na^+ Ca^{2+}

HCO_3^-
 SO_4^{2-}
 Cl^-

Versuchsfeld Eskişehir: Konzentration der löslichen Salze in verschiedenen Untersuchungs-
 Zeilen und Tiefen.

PROFIL III

Tiefe cm.

0
20
40
60
80
100

KATIONEN ANIONEN

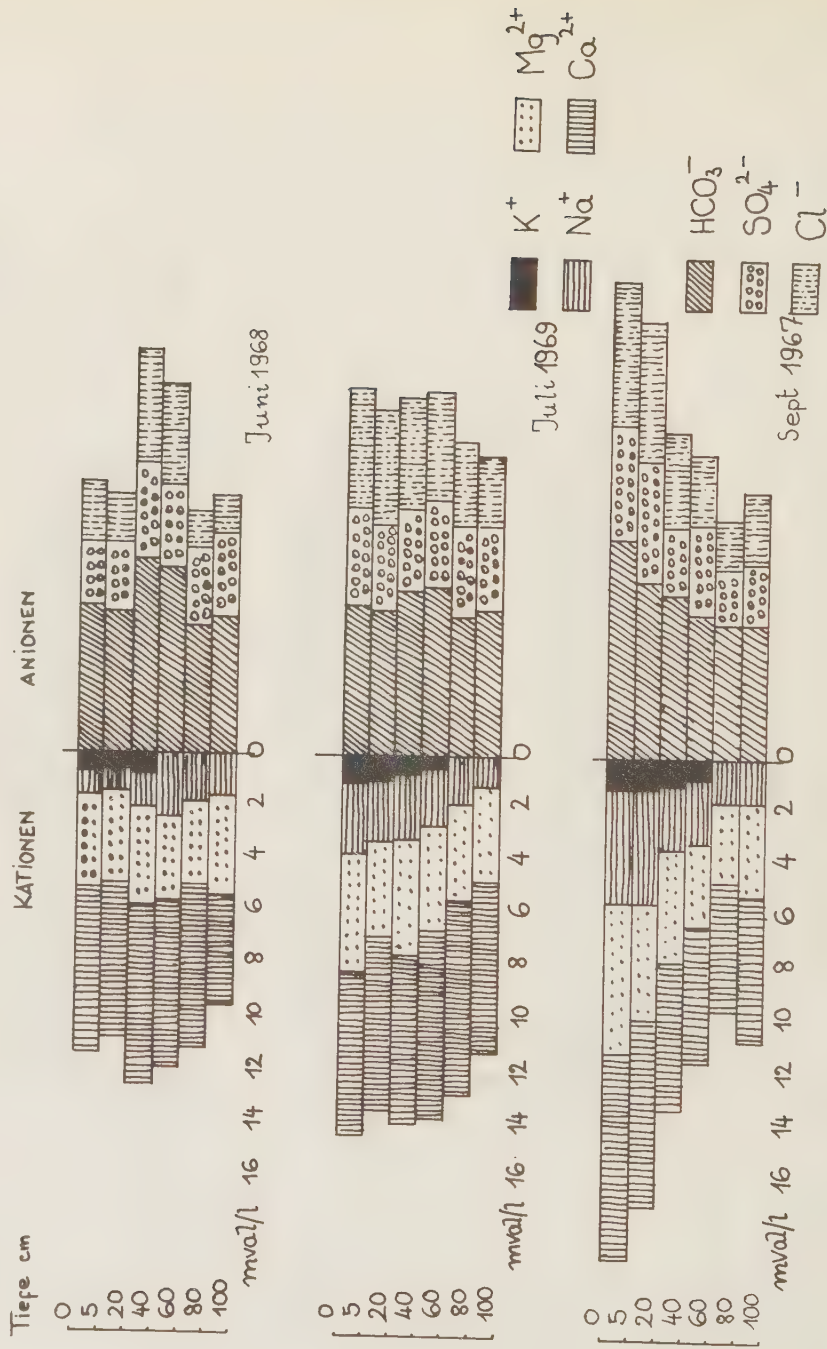
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18
mmol/l Juni 19680
20
40
60
80
1000 2 4 6 8 10 12 14 16 18
mmol/l Juli 19690
20
40
60
80
1000 2 4 6 8 10 12 14 16 18
mmol/l Sept 1967

K^+ Mg^{2+}
 Na^+ Ca^{2+}

HCO_3^-
 SO_4^{2-}
 Cl^-

Versuchsfeld Eskisehir: Konzentration der löslichen Salze in verschiedenen Zeiten und Tiefen.

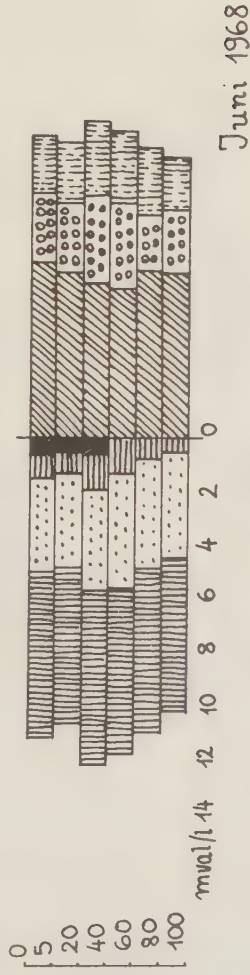
PROFIL IV



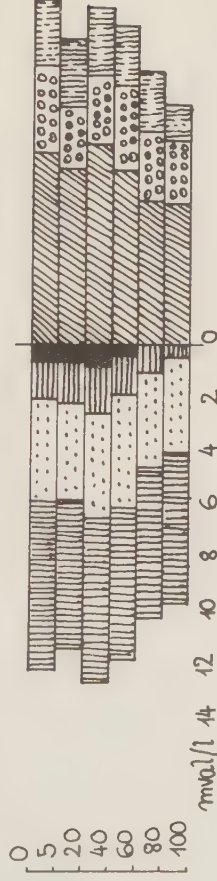
Versuchsfeld Eskisehir: Konzentration der löslichen Salze in verschiedenen Untersuchungs- Zeiten und Tiefen. PROFIL V

Tiefe cm.

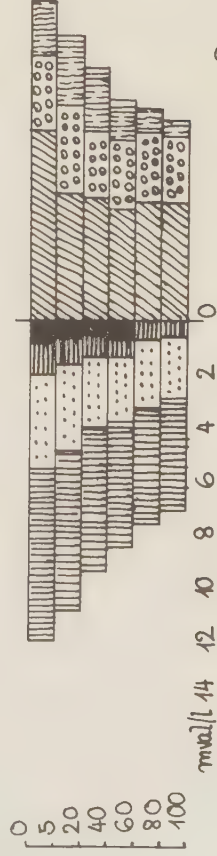
KATIONEN ANIONEN



Juni 1968



Juli 1969



Sept 1967

K^+ Mg^{2+}
 Na^+ Ca^{2+}

HCO_3^-
 SO_4^{2-}
 Cl^-

Die Bewegung der Salze erfolgte folgendermaßen:

Profil I im September 1967

0 - 5 cm 2.18 mmhos/cm, 5 - 20 cm 1.74 mmhos/cm, 20 - 40 cm 1.42 mmhos/cm, 40 - 60 cm 0.95 mmhos/cm, 60 - 80 cm 0.81 mmhos/cm, 80 - 100 cm 0.86 mmhos/cm.

Im Juni 1968 nahm die Konzentration der Salze im Bereich von 0 - 40 cm ab, dagegen lagen ab 40 cm Tiefe die Konzentrationen der leichtlöslichen Salze höher als im September 1967.

0 - 5 cm 1.23 mmhos/cm, 5 - 20 cm 0.75 mmhos/cm, 20 - 40 cm 0.88 mmhos/cm, 40 - 60 cm 1.55 mmhos/cm, 60 - 80 cm 1.44 mmhos/cm, 80 - 100 cm 1.30 mmhos/cm.

Im Juli 1969 lagen die Werte nicht ganz so hoch wie im September 1967.

0 - 5 cm 1.75 mmhos/cm, 5 - 20 cm 1.52 mmhos/cm, 20 - 40 cm 1.28 mmhos/cm, 40 - 60 cm 0.88 mmhos/cm, 60 - 80 cm 0.73 mmhos/cm, 80 - 100 cm 0.95 mmhos/cm. (Tabelle 27, Abb.28).

Dieses Bild der Salzbewegung innerhalb von Profil I ist auch für die anderen Profile von Eskişehir charakteristisch. Allgemein liegen unter 40 cm Tiefe die Leitfähigkeitswerte im Frühjahr höher als im Sommer und im Herbst, was auf eine Verfrachtung der Salze während der regenreichen Monate im Winter und Frühjahr zurückzuführen ist. Ein Teil des salzangereicherten Sickerwassers wird im 40 cm Bereich durch tonreiche, dichtgelagerte Schichten aufgefangen. So kommt es, daß die Leitfähigkeitswerte hier zu Sommeranfang höher als im Spätsommer liegen (Tabelle 27, 28, 29, 30, 31, Abb.28, 29, 30, 31, 32, 33, 34).

In allen Profilen war Ca^{++} das am stärksten vertretene Kation, an zweiter Stelle stand Mg^{++} , und der Na^+ -Gehalt war in den warmen Sommermonaten innerhalb der oberen Bodenschichten (0 - 60 cm) fast so hoch wie der Mg^{++} -Anteil. Im Frühjahr dagegen lag in den tieferen Bodenschichten der Na^+ -Anteil höher als der Mg^{++} -Anteil. Somit war Na^+ in Eskişehir das von der Jahreszeit abhängigste Kation.

Verteilung des Na^+ innerhalb der verschiedenen Jahreszeiten:

Als Beispiel Profil I

Tiefe in cm	Sept. 1967	Juni 1968	Juli 1969	
0-5	5.46	2.45	3.40	mval/l
5-20	4.71	1.80	3.15	"
20-40	2.40	1.40	2.54	"
40-60	1.27	3.50	1.25	"
60-80	1.41	3.65	9.92	"
80-100	1.20	1.10	1.15	"

Von den Anionen sehen wir HCO_3^- an erster Stelle, gefolgt von Cl^- und SO_4^{--} . Der Chlor-Ionen-Anteil ist auf die Bewässerung zurückzuführen mit dem stark Cl^- -haltigen Bewässerungswasser von Eskişehir (durchschnittlich 35 - 40% der Anionen). Von den jahreszeitlichen Schwankungen sind die Cl^- und SO_4^{--} -Ionen stärker beeinflusst, als die HCO_3^- -Ionen.

Verteilung der Cl^- und SO_4^{--} innerhalb der verschiedenen Jahreszeiten in Eskişehir: Als Beispiel Profil I

Tiefe in cm	Sept. 1967		Juni 1968		Juli 1969		
	SO_4^{--}	Cl^-	SO_4^{--}	Cl^-	SO_4^{--}	Cl^-	
0-5	4.68	6.30	2.30	2.45	3.20	4.50	mval/l
5-20	3.81	6.13	1.10	2.30	3.42	4.75	"
20-40	3.25	4.21	1.55	2.70	2.41	4.20	"
40-60	2.18	2.25	2.40	4.20	1.70	2.30	"
60-80	1.40	1.60	2.65	3.70	0.85	1.73	"
80-100	1.75	2.53	2.35	3.20	1.32	1.20	"

An dem Vergleichsprofil V lassen sich einige Unterschiede gegenüber den bewässerten Profilen I - IV aufzeichnen.

In diesem Profil liegen die Leitfähigkeitswerte in allen Tiefen niedriger.

September 1967

0 - 5 cm 1.15 mmhos/cm, 5 - 20 cm 1.00 mmhos/cm, 20 - 40 cm 0.87 mmhos/cm, 40 - 60 cm 0.75 mmhos/cm, 60 - 80 cm 0.78 mmhos/cm, 80 - 100 cm 0.74 mmhos/cm.

Im Juni 1968 tritt wie bei den anderen Profilen eine geringe Abnahme der Konzentrationen bis 40 cm Tiefe ein.

0 - 5 cm 0.85 mmhos/cm, 5 - 20 cm 0.81 mmhos/cm, 20 - 40 cm 0.96 mmhos/cm, 40 - 60 cm 1.23 mmhos/cm, 60 - 80 cm 1.15 mmhos/cm, 80 - 100 cm 1.04 mmhos/cm.

Im Juli 1969 fand eine Salzanreicherung im Oberboden statt, allerdings lagen die Werte nicht so hoch wie im September 1967.

0 - 5 cm 0.92 mmhos/cm, 5 - 20 cm 0.80 mmhos/cm, 20 - 40 cm 1.10 mmhos/cm, 40 - 60 cm 0.96 mmhos/cm, 60 - 80 cm 0.88 mmhos/cm, 80 - 100 cm 0.84 mmhos/cm.

Ca^{++} und Mg^{++} sind auch hier die am stärksten vertretenen Kationen, dafür liegt der Na^+ -Ionen-Anteil niedriger als in den Versuchsfeldern. Auch bei den Anionen zeigten sich Unterschiede zu Feld I - IV. Nach den am stärksten vertretenen HCO_3^- -Ionen folgten an Stelle der Cl^- -Ionen die SO_4^{--} -Ionen, da hier die ständige Zufuhr von Cl-Ionen durch die Bewässerung ausfiel.

Na^+ -Verteilung in Profil V innerhalb der verschiedenen Jahreszeiten:

Tiefen in cm	Juni 1968	Juli 1969	Sept. 1967	
0-5	0.85	1.45	1.85	mval/l
5-20	1.00	1.36	1.30	"
20-40	1.30	1.90	1.20	"
40-60	1.45	1.46	1.00	"
60-80	0.80	1.10	0.70	"
80-100	0.85	0.40	0.50	"

Versuchsfeld Eskisehir

Leichtlösliche Salze im Sättigungsextrakt des Bodens

Profil I

Profile	Zeit der Probe- entnahme	Tiefe in cm	pH von Boden- paste	Leitföh. mmhos/cm bei 25°C	Ca ²⁺	Kationen mval/l		$\frac{Na^+}{Ca^{2+}+Mg^{2+}}$		CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻
						Mg ²⁺	Na ⁺						
Profil I	20.9.67	0-5	7.80	2.18	7.65	6.41	5.46	1.20	-	-	9.73	4.68	6.30
Z. Rüben		5-20	7.75	1.74	6.42	5.30	4.71	1.00	-	-	7.45	3.81	6.13
		20-40	7.72	1.42	6.54	6.15	2.40	0.66	-	-	9.30	3.25	4.21
		40-60	7.75	0.95	4.33	3.70	1.27	-	-	-	6.36	2.18	2.25
		60-80	7.70	0.81	3.40	3.25	1.41	-	-	-	4.55	1.40	1.60
		80-100	7.73	0.86	3.70	3.46	1.20	-	-	-	5.20	1.75	2.53
Profil I	1.6.68	0-5	7.70	1.23	5.45	3.80	2.45	0.75	-	-	6.15	2.30	2.45
Weizen		5-20	7.55	0.75	3.90	3.15	1.80	0.90	-	-	5.22	1.10	2.30
		20-40	7.60	0.88	4.30	3.65	1.40	1.25	-	-	5.00	1.55	2.70
		40-60	7.73	1.55	6.22	5.45	3.50	0.60	-	-	7.80	2.40	4.20
		60-80	7.70	1.44	5.20	4.38	3.65	0.40	-	-	7.15	2.65	3.70
		80-100	7.74	1.30	5.60	5.15	1.10	-	-	-	5.70	2.35	3.20
Profil I	17.7.69	0-5	7.74	1.75	7.25	4.60	3.40	0.92	-	-	7.75	3.20	4.50
Weizen		5-20	7.78	1.52	5.61	4.23	3.15	0.63	-	-	7.10	3.42	4.75
		20-40	7.70	1.28	5.22	4.51	2.54	0.71	-	-	6.30	2.41	4.20
		40-60	7.63	0.88	3.86	3.30	1.25	0.40	-	-	6.00	1.70	2.30
		60-80	7.60	0.73	3.50	3.15	0.92	-	-	-	6.45	0.85	1.73
		80-100	7.66	0.95	4.20	3.65	1.15	-	-	-	6.20	1.32	1.20

Profil II

Profile	Zeit der Probe- entnahme	Tiefe in cm	pH von Boden- paste	Leitföh. mmhos/cm bei 25°C	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	$\frac{Na^+}{Ca^{2+}+Mg^{2+}}$	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Anionen mval/l
Profil II	20.9.67	0-5	7.75	1.53	7.21	4.86	4.20	0.74	-	-	8.75	3.48
Weizen		5-20	7.68	1.38	7.00	3.80	2.60	0.82	-	-	6.20	3.35
		20-40	7.70	1.42	6.55	4.55	2.80	0.56	-	-	6.62	3.44
		40-60	7.65	1.21	6.10	3.30	2.50	-	-	-	4.75	3.48
		60-80	7.68	1.05	5.20	3.36	1.44	-	-	-	4.10	3.20
		80-100	7.70	1.11	5.45	3.40	1.50	-	-	-	4.65	2.70
Profil II	1.6.68	0-5	7.65	0.98	6.44	3.70	2.20	0.65	-	-	6.66	2.15
Weizen		5-20	7.62	0.85	4.78	3.50	1.30	0.72	-	-	4.45	2.90
		20-40	7.70	1.32	6.60	4.10	2.22	0.80	-	-	6.42	2.75
		40-60	7.76	1.55	7.80	5.15	3.25	0.52	-	-	7.90	4.30
		60-80	7.72	1.32	6.20	4.70	2.50	-	-	-	7.20	3.10
		80-100	7.75	1.37	6.55	5.40	2.00	-	-	-	7.50	4.20
Profil II	17.7.69	0-5	7.75	1.27	7.73	4.12	2.21	0.61	-	-	7.45	2.68
Weizen		5-20	7.72	1.15	5.46	3.82	2.20	0.66	-	-	6.21	2.70
		20-40	7.81	1.74	6.74	5.30	3.15	0.72	-	-	8.46	3.35
		40-60	7.70	1.35	6.35	4.20	2.40	0.40	-	-	7.20	2.60
		60-80	7.73	1.23	5.62	4.67	2.30	-	-	-	6.80	2.75
		80-100	7.68	0.88	5.30	4.60	1.52	-	-	-	6.14	2.30

Tabelle 29

Versuchsfeld Eskisehir

Leichtlösliche Salze im Sättigungsextrakt des Bodens

Profil III

Profile	Zeit der Probe-entnahme	Tiefe in cm	pH von Bodenpaste bei 25°C	Leitföh. mmhos/cm bei 25°C	Ca ²⁺	Kationen mval/l		$\frac{Na^+}{Ca^{2+}+Mg^{2+}}$		CO ₃ ²⁻	Anionen mval/l	
						Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺			HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻
Profil III Weizen	20.9.67	0-5	7.80	1.62	7.84	5.70	4.41	1.05	-	-	7.70	3.45
		5-20	7.76	1.46	6.15	5.48	4.20	1.12	-	-	6.64	2.70
		20-40	7.70	1.15	5.64	4.25	2.48	0.94	-	-	6.12	2.20
		40-60	7.72	1.13	5.28	4.00	2.25	0.68	-	-	6.41	2.32
		60-80	7.68	0.82	4.25	4.10	1.54	-	-	-	4.88	2.57
		80-100	7.68	0.84	4.78	4.46	1.60	-	-	-	4.60	2.44
Profil III Z. Rüben	2.6.68	0-5	7.66	0.86	5.12	3.75	1.70	0.80	-	-	5.60	2.85
		5-20	7.68	0.94	4.25	3.38	1.40	0.75	-	-	4.20	2.45
		20-40	7.74	1.45	5.90	3.25	2.15	1.30	-	-	6.33	2.80
		40-60	7.76	1.30	6.60	4.18	3.15	0.50	-	-	7.20	3.52
		60-80	7.70	1.05	5.86	3.90	2.45	-	-	-	6.58	2.45
		80-100	7.72	1.15	6.23	4.35	1.25	-	-	-	6.30	2.65
Profil III Weizen	18.7.69	0-5	7.76	1.56	6.84	3.17	2.93	0.95	-	-	7.30	2.90
		5-20	7.72	1.52	4.90	3.00	2.10	0.80	-	-	5.20	2.35
		20-40	7.75	1.30	6.86	4.15	3.20	0.76	-	-	7.85	2.66
		40-60	7.60	1.35	5.80	3.50	2.23	0.60	-	-	7.18	2.45
		60-80	7.62	1.12	5.47	3.32	1.80	-	-	-	5.54	2.10
		80-100	7.68	1.18	4.55	4.46	0.75	-	-	-	5.66	2.45

Tabelle 30

Versuchsfeld Eskigehir

Leichtlösliche Salze im Sättigungsextrakt des Bodens.

Profil IV

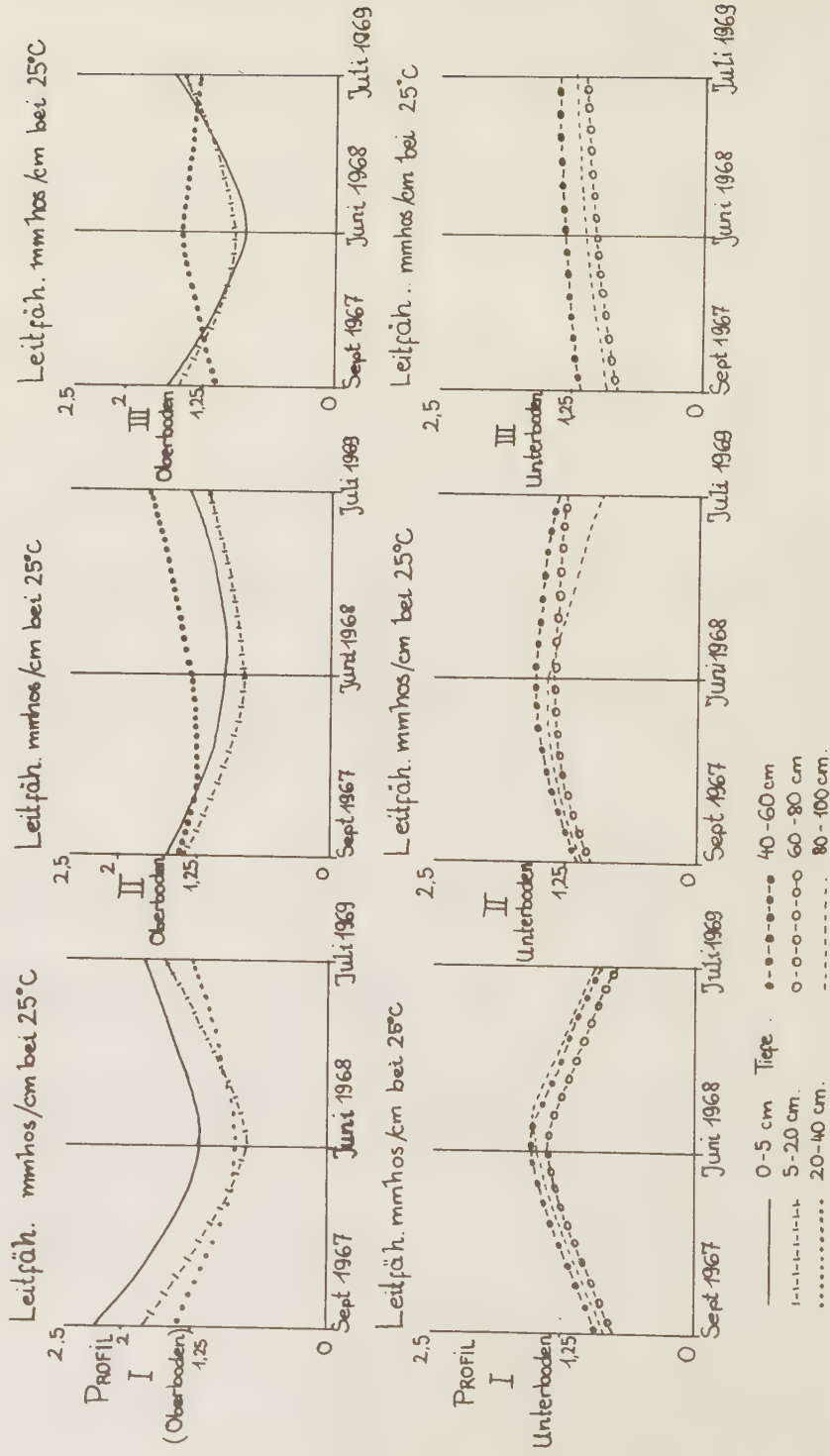
Profile	Zeit der Probe- entnahme	Tiefe in cm	pH von Boden- paste	Leitföh. mmhos/cm bei 25°C	Ca ²⁺	Kationen mval/l		$\frac{Na^+}{Ca^{2+}+Mg^{2+}}$		CO ₃ ²⁻	Anionen mval/l	
						Mg ²⁺	Na ⁺		K ⁺		HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻ Cl ⁻
Profil IV Weizen	21.9.67	0-5	7.75	1.75	7.84	5.75	4.41	1.05	-	-	8.36	4.28
		5-20	7.70	1.62	7.15	4.48	4.20	1.12	-	-	6.87	4.60
		20-40	7.66	1.33	5.64	4.25	2.45	0.94	-	-	6.30	2.50
		40-60	7.68	1.14	5.28	3.16	2.67	0.68	-	-	5.65	3.44
		60-80	7.73	0.86	5.00	3.20	1.54	-	-	-	5.15	2.20
		80-100	7.65	0.93	5.46	3.78	1.60	-	-	-	5.25	2.32
Profil IV Weizen	2.6.68	0-5	7.64	0.86	6.20	3.65	0.85	0.70	-	-	5.65	2.52
		5-20	7.68	0.94	5.83	3.41	0.90	0.56	-	-	5.40	2.70
		20-40	7.71	1.45	6.57	3.90	1.30	0.73	-	-	7.30	3.75
		40-60	7.70	1.30	6.33	3.21	2.45	-	-	-	6.14	3.21
		60-80	7.73	1.05	6.18	3.25	1.80	-	-	-	4.73	2.91
		80-100	7.75	1.15	5.10	3.75	1.65	-	-	-	5.21	3.18
Profil IV Z. Rüben	18.7.69	0-5	7.73	1.56	6.20	4.43	2.75	1.10	-	-	5.75	3.83
		5-20	7.70	1.52	6.56	3.64	2.50	0.90	-	-	5.51	3.12
		20-40	7.75	1.30	6.24	4.40	2.64	0.61	-	-	6.30	3.26
		40-60	7.82	1.35	7.15	4.10	2.00	0.46	-	-	6.46	3.35
		60-80	7.76	1.12	7.33	3.65	1.71	-	-	-	5.35	3.49
		80-100	7.72	1.18	6.34	3.75	1.10	-	-	-	5.60	3.20

Versuchsfeld Eskişehir

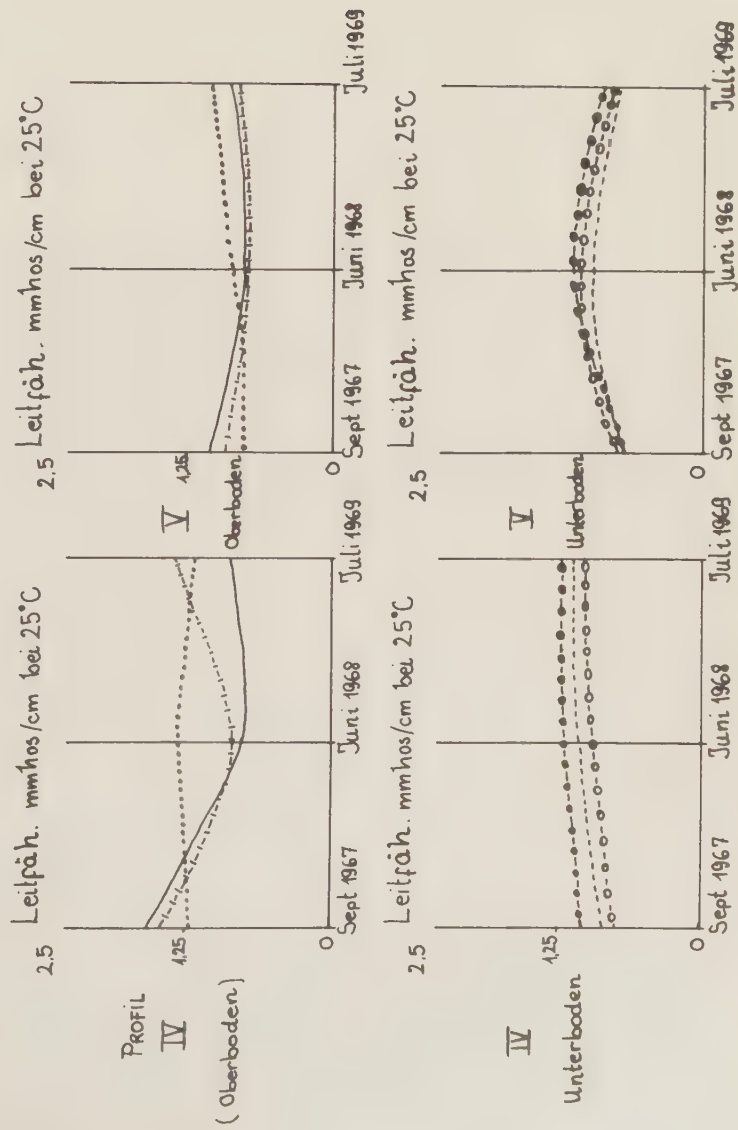
Profil V (unbewässert)

Profile	Zeit der Probe- entnahme	Tiefe in cm	pH von Boden- paste	Leitfah. mmhos/cm bei 25°C	Ca ²⁺	Kationen mval/l Mg ²⁺ Na ⁺ K ⁺	$\frac{Na^+}{Ca^{2+}+Mg^{2+}}$	CO ₃ ²⁻	Anionen mval/l HCO ₃ ⁻ SO ₄ ²⁻ Cl ⁻
Profil V Weizen	21.9.67	0-5	7.70	1.15	6.40	4.72 1.85 1.35	-	-	7.20 3.17 2.23
		5-20	7.66	1.00	6.10	4.30 1.50 1.20	-	-	5.80 3.50 2.70
		20-40	7.62	0.87	6.20	3.78 1.20 0.70	-	-	5.10 2.80 2.30
		40-60	7.60	0.75	4.70	3.20 1.00 0.50	-	-	4.35 2.70 2.00
		60-80	7.65	0.78	4.50	2.70 0.70 -	-	-	4.40 2.80 1.20
		80-100	7.68	0.74	4.10	2.50 0.50 -	-	-	4.60 2.20 0.70
Profil V Weizen	2.6.68	0-5	7.63	0.85	5.20	3.60 0.85 0.80	-	-	5.50 2.80 2.25
		5-20	7.72	0.81	4.50	3.40 1.00 1.20	-	-	5.20 2.50 2.40
		20-40	7.63	0.96	4.60	4.00 1.30 0.60	-	-	4.80 2.60 2.70
		40-60	7.65	1.23	4.80	4.20 1.45 -	-	-	4.30 2.30 2.80
		60-80	7.74	1.15	4.50	3.80 0.80 -	-	-	5.20 2.50 1.40
		80-100	7.70	1.04	4.70	3.85 0.85 -	-	-	5.20 2.30 1.30
Profil V Weizen	18.7.69	0-5	7.72	0.92	6.38	3.84 1.45 0.82	-	-	7.24 3.35 2.52
		5-20	7.70	0.80	5.80	3.61 1.56 0.75	-	-	6.56 2.44 2.58
		20-40	7.67	1.10	6.25	3.96 1.90 0.80	-	-	7.60 2.72 2.65
		40-60	7.63	0.96	5.90	4.20 1.46 0.45	-	-	6.75 3.10 2.30
		60-80	7.66	0.88	5.63	3.72 1.10 -	-	-	5.51 2.44 2.56
		80-100	7.62	0.84	5.75	3.86 0.40 -	-	-	5.36 2.45 1.20

Versuchsfeld Eskisehir: Die Leitfähigkeitsschwankungen der Horizonte in den drei verschiedenen Untersuchungszeiten.



Versuchsfeld Eskisehir: Die Leitfähigkeitsschwankungen der Horizonte in den drei verschiedenen Untersuchungszeiten.



Das Verhältnis von Cl^- und SO_4^{--} in Profil V stellt sich wie folgt dar:

Tiefe in cm	Juni 1968 SO_4^{--} Cl^-		Juli 1969 SO_4^{--} Cl^-		Sept. 1967 SO_4^{--} Cl^-	
0-5	2.80	2.25	3.35	2.52	3.17	2.23 mval/1
5-20	2.30	2.40	2.44	2.58	3.30	2.70 "
20-40	2.60	2.70	2.72	2.65	2.80	2.30 "
40-60	2.30	2.80	3.10	2.30	2.70	2.00 "
60-80	2.50	1.40	2.44	2.56	2.80	1.20 "
80-100	2.30	1.30	2.45	1.20	2.20	0.70 "

Eine Salzbewegung zwischen den Untersuchungszeiten zeigt Abb. 33. Die Salzengen, die in den untersuchten Profilen von Eskişehir bestimmt wurden, waren geringer als in Çumra und ihre Schwankungen zwischen den Frühjahr-, Sommer- und Herbstmonaten zeigten auch eine weniger deutliche Ausprägung. Der Grund dafür liegt in der besseren Struktur und dem tiefen Grundwasserstand dieser Böden. Die September- und Juli-Werte lagen im Oberboden zwischen 0 - 40 cm Tiefe höher als die Juni-Werte. Im unteren Bereich dieser Böden waren die Verhältnisse gerade umgekehrt, denn die leichtlöslichen Salze verlagerten sich während der heißen Sommermonate mit dem Verdunstungsstrom in die oberflächennahen Bodenschichten. Im Frühjahr wurden sie durch die starken Winter- und Frühjahrsniederschläge in den Boden hinein verlagert und somit lagen die Salzkonzentrationen im Sommer 1968 in 40 - 100 cm Tiefe höher als im September 1967 und Juli 1969.

Die Versalzungsfaktoren der einzelnen Profile von Anfang bis zum Ende des Untersuchungszeitraumes sind verschieden.

Profil I < 1 , Profil II > 1 , Profil III < 1 , Profil IV und V liegen um 0, also mit einem gleichbleibenden Salzhaushalt.

8.10 Austauschkapazität und austauschbare Kationen zur Zeit der Probeentnahme

Die Austauschkapazitäten lagen in den untersuchten Böden von Eskişehir zwischen 15 mval/100 g Boden und 35 mval/100 g Boden. Ihre Intensität in den Profilen lief meist parallel zur

Tonverteilung, da organische Substanz hier kaum von Bedeutung war.

Kalzium und Magnesium stellten 80 - 90 % des austauschbaren Ionenbelags. Die hohe Kalzium- und Magnesium-Sättigung ist auf die relativ leichte Verwitterung der kalzium- und magnesiumhaltigen Minerale zurückzuführen, ausserdem auf die Haftfestigkeit der zweiwertigen Kationen gegenüber den einwertigen.

Das Ca : Mg-Verhältnis betrug 5:3. Der Kalium-Anteil war gering, da Kalium nur langsam von Kalifeldspaten und Glimmern nachgeliefert wurde und dazu bei der grobkörnigen Struktur des Bodens leicht auswaschbar war.

Austauschbares Natrium war in den untersuchten Böden von Eskişehir nicht nachzuweisen. Der Grund hierfür müsste in dem geringen Gehalt an Natrium und dem (Ca + Mg): Na-Verhältnis der Bodenlösung zu suchen sein. Da dieses Verhältnis in allen Profilen sogar unter 1 lag, war der Eintausch von Na^+ nicht möglich. Der Kalziumanteil der Austauschkapazität zeigt vom Frühjahr bis Ende Sommer bei allen untersuchten Profilen eine steigende Tendenz, was bei Magnesium nicht immer der Fall war (Tabelle 32,33,34,35,36).

Tabelle 32

Versuchsfeld Eskisehir
Austauschbare Kationen
Profil I

Profile	Zeit der Probe- entnahme	Tiefe in cm	A.K. mval/100g Boden	Ca ²⁺ mval/100g Boden	Mg ²⁺ mval/100g Boden	N ⁺ %	Ca ²⁺ %	Mg ²⁺ %	Na ⁺ %
Profil I Z. Rüben	20.9.67	0-5	25.50	21.20	5.80	-	83.1	22.7	-
		5-20	23.85	19.40	5.00	-	81.3	20.9	-
		20-40	27.00	23.25	4.75	-	86.1	17.6	-
		40-60	26.10	23.42	3.50	-	89.7	13.4	-
		60-80	21.30	17.50	3.85	-	86.9	18.0	-
		80-100	20.45	15.40	3.80	-	75.4	18.5	-
Profil I Weizen	1.6.68	0-5	20.80	12.53	6.21	-	60.0	29.8	-
		5-20	21.40	14.42	4.70	-	67.3	21.1	-
		20-40	26.50	18.20	4.52	-	69.4	16.6	-
		40-60	28.45	17.35	8.20	-	60.1	28.9	-
		60-80	16.85	13.40	3.30	-	79.4	19.2	-
		80-100	15.70	12.75	3.50	-	81.2	22.2	-
Profil I Weizen	17.7.69	0-5	21.75	14.36	5.22	-	68.9	24.0	-
		5-20	23.20	18.47	3.55	-	79.6	15.3	-
		20-40	25.45	22.30	4.60	-	87.5	18.0	-
		40-60	25.90	30.36	6.10	-	78.6	23.5	-
		60-80	19.40	15.44	3.35	-	79.6	17.2	-
		80-100	16.75	11.60	3.72	-	69.2	22.8	-

Tabelle 33

Versuchsfeld Eskisehir
Austauschbare Kationen
Profil II

Profile	Zeit der Probe- entnahme	Tiefe in cm	A.K. mval/100g Boden	Ca ²⁺ mval/100g Boden	Mg ²⁺ Boden	Na ⁺ Boden	Ca ²⁺ %	Mg ²⁺ %	Na ⁺ %
Profil II	20.9.67	0-5	23.60	13.30	4.21	-	69.2	21.8	-
Weizen		5-20	21.40	14.10	4.45	-	74.8	23.6	-
		20-40	24.75	10.70	5.32	-	65.6	32.6	-
		40-60	18.35	11.55	4.23	-	68.9	25.2	-
		60-80	20.20	15.65	3.38	-	74.5	16.0	-
		80-100	18.00	17.20	3.70	-	73.5	15.7	-
Profil II	1.6.68	0-5	21.30	14.20	4.36	-	66.6	20.4	-
Weizen		5-20	21.85	14.75	4.50	-	67.5	20.5	-
		20-40	23.40	16.42	3.70	-	70.1	15.8	-
		40-60	20.50	14.50	4.25	-	70.7	20.7	-
		60-80	16.60	12.65	3.62	-	76.2	21.8	-
		80-100	16.20	13.51	3.46	-	83.4	21.3	-
Profil II	17.7.69	0-5	18.45	12.40	3.76	-	67.1	20.3	-
Weizen		5-20	20.10	14.38	3.82	-	71.5	19.0	-
		20-40	25.30	18.73	5.21	-	74.4	20.5	-
		40-60	22.00	17.50	5.40	-	79.5	24.5	-
		60-80	17.35	11.65	4.52	-	67.1	26.0	-
		80-100	19.20	14.00	3.48	-	72.8	18.0	-

Tabelle 34

Versuchsfeld **Wskiŕehir**
Austauschbare Kationen
Profil III

Profile	Zeit der Probe- entnahme	Tiefe in cm	A.K. mval/100g Boden	Ca ²⁺ mval/100g Boden	Mg ²⁺ Boden	Na ⁺	Ca ²⁺ %	Mg ²⁺ %	Na ⁺ %
Profil III 20.9.67 Weizen		0-5	22.20	16.46	4.65	-	74.1	20.9	-
		5-20	21.75	15.68	4.50	-	72.1	20.4	-
		20-40	19.70	15.22	3.70	-	77.2	18.7	-
		40-60	16.80	11.75	2.86	-	69.9	17.0	-
		60-80	20.00	14.60	3.10	-	73.0	16.0	-
		80-100	20.30	16.44	3.80	-	80.9	18.6	-
Profil III 2.6.68 Z.Rüben		0-5	19.20	13.30	4.21	-	69.2	21.8	-
		5-20	18.85	14.10	4.45	-	74.8	23.6	-
		20-40	16.30	10.70	5.32	-	65.6	32.6	-
		40-60	16.75	11.55	4.23	-	68.9	25.2	-
		60-80	21.00	15.65	3.38	-	74.5	16.0	-
		80-100	23.40	17.20	3.70	-	73.5	15.7	-
Profil III 18.7.69 Weizen		0-5	20.45	15.40	4.35	-	75.3	21.2	-
		5-20	19.70	13.65	4.10	-	69.2	20.8	-
		20-40	18.50	13.90	4.60	-	75.3	24.8	-
		40-60	15.40	10.53	3.26	-	61.8	21.1	-
		60-80	18.35	12.20	3.63	-	66.4	19.3	-
		80-100	21.55	16.30	3.50	-	75.8	15.8	-

Tabelle 35

Versuchsfeld Eskişehir
Austauschbare Kationen
Profil IV

Profile	Zeit der Probe- entnahme	Tiefe in cm	A.K. mval/100g Boden	Ca ²⁺ mval/100g Boden	Mg ²⁺ mval/100g Boden	Na ⁺	Ca ²⁺ %	Mg ²⁺ %	Na ⁺ %
Profil IV Weizen	21.9.67	0-5	27.50	20.50	4.25	—	74.50	15.40	—
		5-20	26.80	21.40	5.30	—	79.30	19.00	—
		20-40	21.60	16.56	4.70	—	76.60	21.70	—
		40-60	18.45	14.42	4.20	—	78.20	22.80	—
		60-80	20.50	16.65	3.52	—	81.20	17.10	—
		80-100	21.75	17.10	3.00	—	79.40	13.30	—
Profil IV Weizen	2.6.68	0-5	25.45	18.36	5.50	—	72.10	21.60	—
		5-20	22.50	18.12	3.76	—	77.10	16.60	—
		20-40	24.65	19.41	3.90	—	78.80	15.90	—
		40-60	21.40	17.20	2.80	—	80.30	13.10	—
		60-80	18.60	15.30	3.25	—	82.30	17.40	—
		80-100	20.40	16.44	3.60	—	80.50	17.60	—
Profil IV Z. Rüben	18.7.69	0-5	30.20	20.78	6.54	—	68.80	20.90	—
		5-20	25.65	17.63	5.00	—	68.70	19.40	—
		20-40	22.70	16.55	5.60	—	72.90	24.60	—
		40-60	21.80	16.10	5.22	—	73.80	23.90	—
		60-80	22.50	15.36	4.51	—	68.20	20.00	—
		80-100	22.10	16.38	4.25	—	74.10	19.20	—

Tabelle 36

Versuchsfeld Eskisehir
Austauschbare Kationen
Profil V (unbewässert)

Profile	Zeit der Probe- entnahme	Tiefe in cm	A.K. mval/100g Boden	Ca ²⁺ mval/100g Boden	Mg ²⁺ mval/100g Boden	Na ⁺ Boden	Ca ²⁺ %	Mg ²⁺ %	Na ⁺ %
Profil V	21.9.67	0-5	35.40	23.60	6.50	-	66.60	18.30	-
Weizen		5-20	32.00	23.10	5.65	-	74.70	17.90	-
		20-40	26.85	18.75	5.30	-	69.80	19.70	-
		40-60	21.50	14.40	3.70	-	66.90	17.20	-
		60-80	19.35	12.36	4.00	-	63.80	20.50	-
		80-100	20.60	15.25	3.20	-	74.00	15.50	-
Profil V	2.6.68	0-5	33.50	22.60	6.75	-	67.30	20.10	-
Weizen		5-20	30.25	19.45	6.50	-	64.20	21.40	-
		20-40	26.70	18.40	4.65	-	68.90	17.40	-
		40-60	26.10	19.00	4.20	-	72.80	16.00	-
		60-80	22.65	16.52	3.60	-	72.90	15.70	-
		80-100	23.40	16.90	4.35	-	72.20	18.30	-
Profil V	18.7.69	0-5	30.70	23.35	5.41	-	76.00	17.60	-
Weizen		5-20	30.85	21.50	5.20	-	69.70	16.80	-
		20-40	27.10	19.75	4.45	-	73.20	16.40	-
		40-60	24.20	17.85	4.00	-	73.70	16.60	-
		60-80	20.15	18.20	3.40	-	90.30	16.80	-
		80-100	22.70	19.90	3.15	-	87.60	13.80	-

9. Diskussion der Ergebnisse und Vorschläge zur Verbesserung der Böden.

Zur Untersuchung einer eventuell vorhandenen Versalzung wurden ebenso wie in Çumra zwei Vergleiche der Salzkonzentration aufgestellt.

Vergleich A

Aus der Zeit von September 1967 bis Juni 1968, vom Ende der Trockenperiode bis zum Anfang der nächsten Trockenperiode, ergibt sich der Versalzungsfaktor (Tabelle 37).

Vergleich B

Der prozentuale Salzgehalt der Profile im September 1967, dem Ende der Trockenperiode, und im Juli 1969, dem Ende der Untersuchungsperiode (Tabelle 38).

Profil I

1. Vergleich nach Schema a):

	Sept. 1967	Juni 1968
Bestellung:	Z. Rüben	W. Weizen
Bewässerung:	4 x 174 mm	keine
Düngung:	3000 kg/ha Stall- dünger 108 kg/ha P_2O_5 125 kg/ha K_2O 90 kg/ha Ammonium- sulfat	300 kg/ha Ammonium- sulfat 200 kg/ha Super- phosphat.

Im September 1967 reicherten sich die Salze infolge starker Verdunstung nach Bewässerung in den oberen 40 cm an. Im Frühjahr 1968 erfolgte nach der Regenperiode eine Verfrachtung in den Unterboden; damit überstieg der Salzanteil im Juni 1968 in 40 - 100 cm den Septemberwert bis zu 57 % (0,0728 g/100 g Boden). Im gesamten Profil lagen die Salzkonzentrationen im Frühjahr 4 % niedriger als im Herbst 1967, so dass wir in diesem Zeitraum einen Versalzungsfaktor von < 1 hatten.

Tabelle 37

Versuchsfeld Eskişehir (Schema a)

Salzgehalt der Profile im September 1967 und Juni 1968

Profile	Tiefe in cm	Salzgehalt g/100g Boden Sept. 1967	Tiefe in cm	Salzgehalt g/100g Boden Juni 1968	Vers. fakt. SV	Vers. Grad %	
Profil I	0-5	0.0346	-	0.0215	<1	43% -	$\text{Ca}^{2+} \rangle \text{Mg}^{2+} \rangle \text{Na}^+$ $\text{HCO}_3^- \rangle \text{Cl}^- \rangle \text{SO}_4^{2-}$
	5-20	0.0270	-	0.0167	<1		
	20-40	0.0282	-	0.0188	<1		
	40-60	0.0172	-	0.0273	>1	57% +	
	60-80	0.0146	-	0.0230	>1		
	80-100	0.0148	-	0.0225	>1		
	0-100	0.0224	-	0.0216	<1	4% -	
Profil II	0-5	0.0289	-	0.0256	<1	13% -	$\text{Ca}^{2+} \rangle \text{Mg}^{2+} \rangle \text{Na}^+$ $\text{HCO}_3^- \rangle \text{Cl}^- \rangle \text{SO}_4^{2-}$
	5-20	0.0250	-	0.0212	<1		
	20-40	0.0253	-	0.0279	>1		
	40-60	0.0213	-	0.0139	<1	33% -	
	60-80	0.0184	-	0.0127	<1		
	80-100	0.0191	-	0.0259	>1		
	0-100	0.0230	-	0.0212	<1	8% -	
Profil III	0-5	0.0420	-	0.0201	<1	47% -	$\text{Ca}^{2+} \rangle \text{Mg}^{2+} \rangle \text{Na}^+$ $\text{HCO}_3^- \rangle \text{Cl}^- \rangle \text{SO}_4^{2-}$
	5-20	0.0283	-	0.0171	<1		
	20-40	0.0229	-	0.0216	<1		
	40-60	0.0212	-	0.0250	>1	40% +	
	60-80	0.0181	-	0.0218	>1		
	80-100	0.0198	-	0.0222	>1		
	0-100	0.0255	-	0.0213	<1	16% -	
Profil IV	0-5	0.0314	-	0.0211	<1	32% -	$\text{Ca}^{2+} \rangle \text{Mg}^{2+} \rangle \text{Na}^+$ $\text{HCO}_3^- \rangle \text{Cl}^- \rangle \text{SO}_4^{2-}$
	5-20	0.0283	-	0.0198	<1		
	20-40	0.0227	-	0.0228	>1		
	40-60	0.0198	-	0.0214	>1	17% +	
	60-80	0.0179	-	0.0204	>1		
	80-100	0.0198	-	0.0192	>1		
	0-100	0.0233	-	0.0208	<1	11% -	
Profil V	0-5	0.0253	-	0.0192	<1	39% -	$\text{Ca}^{2+} \rangle \text{Mg}^{2+} \rangle \text{Na}^+$ $\text{HCO}_3^- \rangle \text{SO}_4^{2-} \rangle \text{Cl}^-$
	5-20	0.0235	-	0.0180	<1		
	20-40	0.0217	-	0.0191	<1		
	40-60	0.0173	-	0.0194	>1	18% -	
	60-80	0.0151	-	0.0174	>1		
	80-100	0.0137	-	0.0178	>1		
	0-100	0.0194	-	0.0185	<1	5% -	

Tabelle 38

Versuchsfeld Eskişehir (Schema b)

Salzgehalt der Profile im September 1967 und Juli 1969

Profile	Tiefe in cm	Salzgehalt g/100g Boden Sept. 1967	Tiefe in cm	Salzgehalt g/100g Boden Juli 1969	Vers. fakt. SV	Vers. Grad %
Profil I	0-5	0.0346	-	0.0279	<1	26% -
	5-20	0.0270	-	0.0233	<1	
	20-40	0.0282	-	0.0226	<1	
	40-60	0.0172	-	0.0158	<1	6% -
	60-80	0.0146	-	0.0141	<1	
	80-100	0.0148	-	0.0167	>1	13% +
	0-100	0.0227	-	0.0200	<1	12% -
Profil II	0-5	0.0289	-	0.0264	<1	12% -
	5-20	0.0250	-	0.0212	<1	
	20-40	0.0253	-	0.0278	>1	
	40-60	0.0213	-	0.0238	>1	26% +
	60-80	0.0184	-	0.0227	>1	
	80-100	0.0191	-	0.0213	>1	4% +
	0-100	0.0230	-	0.0238	>1	
Profil III	0-5	0.0420	-	0.0236	<1	41% -
	5-20	0.0283	-	0.0187	<1	
	20-40	0.0229	-	0.0257	>1	
	40-60	0.0212	-	0.0214	>1	7% +
	60-80	0.0181	-	0.0192	>1	
	80-100	0.0198	-	0.0185	<1	7% -
	0-100	0.0253	-	0.0212	<1	16% -
Profil IV	0-5	0.0314	-	0.0250	<1	19% -
	5-20	0.0283	-	0.0236	<1	
	20-40	0.0227	-	0.0244	>1	
	40-60	0.0198	-	0.0248	>1	17% +
	60-80	0.0179	-	0.0235	>1	
	80-100	0.0198	-	0.0211	>1	1% +
	0-100	0.0236	-	0.0237	>1	
Profil V	0-5	0.0253	-	0.0224	<1	11% -
	5-20	0.0235	-	0.0210	<1	
	20-40	0.0217	-	0.0229	>1	
	40-60	0.0173	-	0.0220	>1	24% +
	60-80	0.0151	-	0.0197	>1	
	80-100	0.0137	-	0.0194	>1	1% +
	0-100	0.0211	-	0.0212	>1	

2. Vergleich nach Schema b)

	Sept. 1967	Juli 1969
Bestellung:	Z. Rüben	W. Weizen
Bewässerung:	4 x 174 mm	keine
Düngung:	3000 kg/ha Stall- dünger	300 kg/ha Ammonium- sulfat
	108 kg/ha P_2O_5	200 kg/ha Superphos- phat
	125 kg/ha K_2O_5	
	90 kg/ha Ammonium- sulfat	

Im Juli 1969 machte sich die zweijährige Bewirtschaftung dieses Feldes ohne Bewässerung (1968 - 1969 W. Weizen) bemerkbar. Die Verdunstung hatte zu dieser Zeit schon intensiv gewirkt. Die Salze konnten im Juli 1969 im Oberboden nicht die Konzentration vom September 1967 erreichen, weil die Bewässerung unterblieb. So hatte auch das gesamte Profil im Juli 1969 niedrigere Salzkonzentrationen als im September 1967. In dem Untersuchungszeitraum zeigte dieses Profil $SV < 1$.

Profil II

Vergleich nach Schema a)

	Sept. 1967	Juni 1968
Bestellung:	W. Weizen	W. Weizen
Bewässerung:	keine	keine
Düngung:	300 kg/ha Ammonium- sulfat	300 kg/ha Ammonium- sulfat
	200 kg/ha Superphos- phat	200 kg/ha Superphos- phat

Dieses Feld stand in den beiden Untersuchungsjahren unter Weizenkultur und erfuhr in diesem Zeitraum zwischen Sept. 1967 und Juni 1968 gleiche Bestellung, aber keine Bewässerung. Es war in den oberen 80 cm des Profils am Ende der regenreichen Periode ein leichter Rückgang der Salzkonzentration festzustellen. Hiervon war allerdings der Bereich 20-40 cm ausgenommen, der eine geringe Anreicherung der

Salze aufwies. Unterhalb von 80 cm Tiefe wurde im Jahre 1968 eine Anreicherung von 35 % (0,0259 g/100 g Boden) gegenüber den Werten vom September 1967 festgestellt, die durch die Verlagerung der Salze während der Wintermonate erfolgte. Das gesamte Profil zeigte im Juni 1968 durch das Ausfallen von Bewässerungen von 0,0230 auf 0,0212 g/100 g Boden 8 % weniger Salze, deshalb lag auch der Versalzungsfaktor $SV < 1$.

2. Vergleich nach Schema b)

	Sept. 1967	Juli 1969
Bestellung:	W.Weizen	W.Weizen
Bewässerung:	keine	keine
Düngung:	300 kg/ha Ammonium- sulfat	300 kg/ha Ammonium- sulfat
	200 kg/ha Superphos- phat	200 kg/ha Super- phosphat

Auch im dritten Untersuchungs-jahr wurde dieses Feld wie in den vorhergehenden Jahren bestellt und stand unter Weizenkultur. Mit fortschreitender Verdunstung, bedingt durch die Jahreszeit, stieg der Salzgehalt des Oberbodens an, so dass im Juli 1969 schon ab 20 cm Tiefe höhere Salzkonzentrationen von 26 % gegenüber dem Versuchsjahr 1967 festgestellt wurden. Die Konzentration der Salze zeigte am Ende der Untersuchungsperiode im gesamten Profil einen Anstieg von 4 % gegenüber den Ausgangswerten vom September 1967. Die intensive Ammoniumsulfat- und Superphosphat-Düngung ist wohl mit ausschlaggebend für diese erhöhte Konzentration. Der Versalzungsfaktor vom gesamten Profil war in diesem Zeitraum $SV > 1$, also positiv.

Profil III.

1.Vergleich nach Schema a)

	Sept. 1967	Juni 1968
Bestellung:	W.Weizen	Z.Rüben
Bewässerung:	keine	174 mm

Düngung:	300 kg/ha Ammonium-	3000 kg/ha Stalldü-
	sulfat	ger
	200 kg/ha Superphos-	102 kg/ha P_2O_5
	phat	125 kg/ha K_2O
		90 kg/ha Ammonium-
		sulfat

Die im September 1967 in den oberen 40 cm angereicherten Salze wurden im Juni 1968 durch die reichlichen Winter- und Frühjahrsniederschläge und die kurz vor der Probeentnahme durchgeführte Bewässerung unter 40 cm Tiefe verlagert, so dass in diesem Bereich im Juni 1968 eine ziemlich starke Salzzunahme von 40 % (0,069 g/100 g Boden) gegenüber September 1967 nachzuweisen war. In diesem Untersuchungszeitraum zeigte aber das gesamte Profil eine Salzabnahme von 16 %. Daraus ergab sich ein Versalzungsfaktor < 1 .

2. Vergleich nach Schema b)

	Sept. 1967	Juli 1969
Bestellung:	W.Weizen	W.Weizen
Bewässerung:	keine	keine
Düngung:	300 kg/ha Ammonium-	300 kg/ha Ammonium-
	sulfat	sulfat
	200 kg/ha Superphos-	200 kg/ha Superphos-
	phat	phat

Das gleiche Feld stand zu Anfang der durchgeführten Untersuchungen unter Weizenkultur, im zweiten Jahr unter Z.Rüben und am Ende wurde wieder Weizen angebaut. Die starke Salzabnahme in den oberen 20 cm bis zu 41 % (0,0423 g/100 g Boden) im Juli 1969, gegenüber den September-Werten von 1967, kann mit dem Z.Rüben-Anbau in 1968 auf diesem Feld begründet werden. Durch die bessere Bearbeitung (Hacke) und intensivere organische Düngung bei dieser Hackfrucht, ist die Struktur des Bodens verbessert worden, so dass die Salze sich im Juli 1969 in diesem Bereich nicht so schnell anreichern konnten. In 20-80 cm Tiefe war im Juli 1969 nur eine leichte Salzanreicherung von 7 % gegenüber dem September 1967 festzustellen. Damit lagen die Juliwerte vom ge-

samen Profil 16 % unter den September-Werten von 1967.
Der Versalzungsfaktor des Profils war infolgedessen negativ.

Profil IV.

1. Vergleich nach Schema a).

	Sept. 1967	Juni 1968
Bestellung:	W. Weizen	W. Weizen
Bewässerung:	keine	keine
Düngung:	300 kg/ha Ammonium- sulfat	300 kg/ha Ammonium- sulfat
	200 kg/ha Superphos- phat	200 kg/ha Superphos- phat

Die leichtlöslichen Salze in den oberen 20 cm dieses Profils, das in den beiden Untersuchungsjahren mit Weizen bestellt wurde, verlagerten sich im Frühjahr 1968 mit den Frühjahrsniederschlägen weitgehend in die unteren Horizonte. So hatte das gesamte Profil im Juni 1968 11 % weniger Salze als im September 1967. In dieser Periode war der Versalzungsfaktor < 1 .

2. Vergleich nach Schema b)

	Sept. 1967	Juli 1969
Bestellung:	W. Weizen	Z. Rüben
Bewässerung:	keine !!	2 x 174 mm
Düngung:	300 kg/ha Ammonium- sulfat	3000 kg/ha Stalldü- nger
	200 kg/ha Superphos- phat	108 kg/ha P_2O_5 125 kg/ha K_2O 90 kg/ha Ammonium- sulfat

Normalerweise müsste die Konzentration der leichtlöslichen Salze im Oberboden im Juli 1969 die September-Werte von 1967 übersteigen, da die Salzbewegung von den unteren Horizonten in die oberen durch die Bewässerung und nachfolgende starke Verdunstung in den meisten Fällen erkennbar ist. Es hat aber in diesem Bereich eine 19%ige Salzabnahme im Juli 1969 gegenüber September 1967 stattgefunden. Der Grund hierfür ist

die kurz vor der Probeentnahme durchgeführte Bewässerung und die intensive Bodenbearbeitung bzw. Pflegemassnahmen zu den Zuckerrüben. Hohe Stalldüngergaben zu dieser Kultur können auch bei dieser Salzabnahme mitgewirkt haben. Die leichtlöslichen Salze wurden im Juli 1969 durch die Bewässerung unterhalb von 20 cm verlagert, so dass in dem Bereich von 20-100 cm Tiefe eine Salzzunahme von 17 % gegenüber September 1967 nachzuweisen war. Der Versalzungs-faktor war daher positiv.

Profil V.

1. Vergleich nach dem Schema a)

	Sept. 1967	Juni 1968
Bestellung:	W. Weizen	W. Weizen
Bewässerung:	keine	keine
Düngung:	250 kg/ha Ammonium- sulfat	ca. 250 kg/ha Ammoniumsulfat

Gegenüber den September-Werten von 1967 zeigte dieses Profil im Juni 1968 im Vergleich zu allen anderen Profilen in seiner Gesamtheit geringere Salzkonzentrationen. Die stärkste Salzauswaschung durch die Frühjahrsniederschläge fand in den oberen 40 cm mit 39 % statt; zwischen 40-100 cm Tiefe betrug die Auswaschung nur noch 18 %. Dieses Vergleichsprofil hatte auch am Anfang des Untersuchungszeitraumes (Ende der Trockenperiode) geringere Salzkonzentrationen in seinem Gesamtbild, welches hauptsächlich auf die Bewirtschaftung zurückzuführen ist. Denn dieses Feld stand unter Monokultur, wurde nicht bewässert und weniger mit Industriedünger versehen. Der Versalzungs-faktor in dieser Periode war daher < 1 .

2. Vergleich nach Schema b)

	Sept. 1967	Juli 1969
Bestellung:	W. Weizen	W. Weizen
Bewässerung:	keine	keine
Düngung:	ca. 250 kg/ha Ammoniumsulfat	ca. 250 kg/ha Ammoniumsulfat

Tabelle 39

Versuchsfeld Eskisehir

% Salzgehalt des Grund- und Bewässerungswassers im September 1967 und Juni 1968

	Tiefe in cm	Salzgehalt % Sept. 1967	Tiefe in cm	Salzgehalt % Juni 1968	Versalz. Faktor SV	Versalz. grad %	Kationen u. Anionen
Brunnen I	ca 20 m	0.0229	-	0.0236	> 1	3% +	Mg > Ca HCO ₃ > Cl > SO ₄
Brunnen II	-	0.0189	-	0.0138	< 1	27% -	Mg > Ca HCO ₃ > Cl > SO ₄
Brunnen III	-	0.0220	-	0.0202	< 1	9% -	Mg > Ca HCO ₃ > Cl > SO ₄
Brunnen IV	-	0.0256	-	0.0228	< 1	12% -	Mg > Ca HCO ₃ > Cl > SO ₄

Durch das Eintreten höherer Sommertemperaturen im Juli 1969 reicherten sich die Salze im Gesamtprofil an, konnten aber nicht bis in die oberen 20 cm aufsteigen, wo 11 % weniger Salze festgestellt wurden als im September 1967. Unterhalb 20 cm bis zu 100 cm Tiefe überstiegen die Juli-Werte die September-Werte sogar um 24 %. Der Versalzungsfaktor in dieser Untersuchungsperiode war daher fast 0. Damit ist auf diesem Feld ein gleichbleibender Salzhaushalt gegeben.

Aus den Vergleichen der Bodenwerte, Salzwerte und Versalzungsfaktoren ist abzulesen, dass auf den untersuchten Feldern von Eskişehir mit den z.Zt. durchgeführten Bewirtschaftungsmethoden keine Versalzungsgefahr besteht. Dies wird auch durch die hohen und vor allem gleichbleibenden Erträge bestätigt.

Zusammenfassend kann man sagen, dass die in den trockenen Sommermonaten angereicherten leichtlöslichen Salze während der Winter- und Frühjahrsmonate aus den oberen Bodenschichten leicht ausgewaschen wurden, so dass alle Profile auch im Gesamtbild weniger Salze aufwiesen, als die Ausgangskonzentrationen. Der Versalzungsfaktor für das Gesamtprofil war in Eskişehir bei allen Profilen kleiner als < 1 .

Auch die Salzkonzentrationen vom Juli 1969 haben in keinem Profil so deutlich wie in Çumra die September-Werte überschritten. Ein Vergleich der Salzverhältnisse des Bewässerungswassers von Eskişehir zwischen September 1967 und Juni 1968 zeigte nur bei Brunnen I eine Salzanreicherung von 3 %, während der Salzgehalt der anderen Brunnenwasser gesunken war. Bei Brunnen II um 27 %, Brunnen III um 9 % und bei Brunnen IV um 12 % (Tabelle 39).

Auch in den untersuchten Profilen von Eskişehir hängt die Dauer des kapillaren Aufstieges hauptsächlich von der Körnung ab. Da die leichtlöslichen Salze in den untersuchten Bodentiefen in so geringen Konzentrationen vorliegen, wird die kapillare Aufstiegeschwindigkeit von diesen kaum noch fördernd oder hemmend beeinflusst. (Tab. 40).

Tabelle 40

Versuchsfeld Eskisehir

Ein Vergleich der kapillaren Aufstiegsgeschwindigkeit des Wassers und der Salzbewegung in den einzelnen Profilen zwischen September 1967 und Juni 1968.

Profile	Tiefen in cm	Versalz. Grad % Sept. 1967 bis Mai 1968	Tongehalt < 0,002 mm %	Kap. Aufst. Geschw.
I	0-5	43 % -	22,60	1 Std. 10 Min.
	5-20		26.50	1 " 40 "
	20-40		31.20	2 " 05 "
	40-60	57 % +	38.60	3 " 20 "
	60-80		12.40	1 " 00 "
	80-100		12.80	00 " 48 "
II	0-5	13 % -	22.80	00 " 50 "
	5-20		24.80	1 " 20 "
	20-40		28.30	2 " 40 "
	40-60	33 % -	21.20	1 " 30 "
	60-80		14.10	0 " 45 "
	80-100		13.10	00 " 30 "
III	0-5	47 % -	17.80	00 " 45 "
	5-20		19.00	00 " 52 "
	20-40		15.60	00 " 38 "
	40-60	40 % +	16.70	00 " 34 "
	60-80		20.90	00 " 28 "
	80-100		21.70	00 " 32 "
IV	0-5	32 % -	21.30	02 " 10 "
	5-20		17.44	01 " 34 "
	20-40		20.75	01 " 42 "
	40-60	17 % +	18.43	00 " 55 "
	60-80		18.20	00 " 21 "
	80-100		17.30	00 " 12 "
V	0-5	39 % -	35.90	06 " 35 "
	5-20		34.50	05 " 00 "
	20-40		27.70	02 " 44 "
	40-60	18 % -	21.16	01 " 21 "
	60-80		18,47	00 " 32 "
	80-100		13.55	00 " 12 "

Vorschläge für eine zweckmässige Bewirtschaftung der Böden von Eskişehir.

- 1) Eine Verbesserung der Struktur und des Wasserhaushaltes dieser Böden könnte mit einer Erhöhung der Gaben an organischer Substanz erzielt werden. Die Menge von 3000 kg/ha, die nur bei wertvollen Kulturen wie Zuckerrüben gegeben wird, sollte verdreifacht oder zumindest verdoppelt werden. Da die Beschaffung von Stalldünger in der Türkei nur begrenzt möglich ist, sollte zumindest die fehlende Menge an organischer Substanz durch Gründüngung erhöht werden.
- 2) Auch in Eskişehir wäre es zweckmässig, der Furchenbewässerung die Beregnung vorzuziehen, um eine gleichmässige Wasserverteilung mit weniger Wasserverlust zu gewährleisten und eine Bodenverschlammung weitgehend zu verhindern.
- 3) Zur Vermeidung einer stärkeren Verdunstung sollten die Kulturpflanzen so angebaut werden, dass sie den Boden nach Möglichkeit gegen die Sonneneinstrahlung abdecken.
- 4) Eine Bewässerung in den Trockenmonaten mit kürzeren Abständen würde verhindern, dass die oberen Bodenschichten zu sehr austrocknen. Damit ist auch die Rissbildung im Oberboden nicht so stark.
- 5) Die Anzahl der Windschutzpflanzen muß erhöht und zweckmässiger angelegt werden.
- 6) Natrium- und chloridhaltige Düngemittel sind zu vermeiden.

10. Zusammenfassung.

Die Versuchsfelder der Samenzucht- und Vermehrungsanstalt der Türkischen Zuckerindustrie bei Çumra und Eskişehir in Zentralanatolien wurden zur Feststellung der Salzbewegung und Salzanreicherung untersucht. Die Untersuchungen wurden in 3 Jahren zu drei verschiedenen Zeitpunkten durchgeführt. Die erste Probeentnahme erfolgte am Ende, die zweite am Anfang und die dritte auf der Höhe der Trockenperiode. Zu-

sammen mit den Bodenproben wurden auch Proben des Grund- und Bewässerungswassers entnommen, aus denen dann die Salze bestimmt und ihre Bewegung verfolgt wurde.

Çumra

Die Untersuchungen zeigten in Çumra auf den bewässerten Feldern mit höherem Grundwasserstand selbst zu Anfang der Trockenperiode eine Konzentrationserhöhung der leichtlöslichen Salze. Dagegen waren im gleichen Zeitraum auf den Feldern mit niedrigem Grundwasserstand und einer knappen Bewässerung die Salzwerte um 33 % von 0,0287 auf 0,0192 g/100 g Boden gesunken. Zwischen zwei Trockenperioden fand in den stark bewässerten Profilen mit hohem Grundwasserstand eine Salzanreicherung bis zu 99 % von 0,0224 auf 0,0446 g/100 g Boden statt. Die nach den Bewässerungen erschienenen weißen Flecken an den Furchenwänden sind Bikarbonate und Sulfate von Ca (Bild 12, 20).

Auf Grund der verhältnismässigen kurzen Bewässerungszeit (9 Jahre) und der guten Qualität des Bewässerungswassers konnten sich die Salze bisher in keinem der untersuchten Profile auf kulturfeindliche Konzentrationen anreichern. Die Untersuchungen zeigten aber, dass eine Versalzungstendenz bei unsachgemässer Bewirtschaftung, vor allem falscher Bewässerung, zu erkennen ist.

Zur Verhütung einer Versalzung, die sich in den Untersuchungen für die kommenden Jahre abzeichnen, werden als wichtigste Massnahmen die folgenden empfohlen:

1. Senkung des Grundwasserspiegels unter die kritische Tiefe (ca. 2,5m) in den heissen Sommermonaten.
2. Gute Dosierung des Bewässerungswassers entsprechend der Feldkapazität. Für die Versuchsfelder von Çumra würde eine Wassergabe von ca. 100 mm ausreichen.
3. Die Bewässerungen müssen in kürzeren Abständen erfolgen (10-15 Tage), damit der Wassergehalt des Bodens nicht

unter 35 % seiner Feldkapazität absinkt.

4. Eine besondere Fruchtfolge, in der die Luzerne mit mehrjährigen Gräsern einen breiten Raum einnimmt.
5. Schaffung von dichten Pflanzenbeständen.
6. Verbesserung der Bodenstruktur durch organische Düngung.
7. Die Trockenwinde der heissen Sommermonate, die eine hohe Verdunstung und Transpiration verursachen, müssen durch günstig angelegte Waldschutzstreifen gebremst werden.

Eskişehir

Die durchgeführten Untersuchungen in Eskişehir zeigten eine deutliche Salzauswaschung am Ende der Regenperiode. Durch die günstige Struktur, den tiefen Grundwasserstand und die chemischen Eigenschaften der Böden, konnten die Salze unbehindert in die tieferen Bodenbereiche verfrachtet werden.

Es wurde in allen untersuchten Profilen eine Abnahme der Gesamtsalzkonzentrationen von September bis Juni festgestellt. Die Gesamtsalzgehalte zwischen September 1967 und Juli 1969 unterschieden sich kaum voneinander. Eine Versalzungstendenz zeichnet sich auf den Feldern in Eskişehir noch nicht ab. Solange hier eine den Bodenverhältnissen angepasste Düngung und sachgemässe Bewässerung durchgeführt wird, kann keine kulturfeindliche Versalzung auftreten.

Zur Vermeidung der Austrocknung und Rissbildung des Oberbodens sind folgende Massnahmen zu empfehlen:

1. Der Gehalt an organischer Substanz im Boden muss erhöht werden.
2. Die Beregnung sollte der Furchenbewässerung vorgezogen werden.
3. Die Bewässerungen müssen in kürzeren Abständen (20-25 Tage) erfolgen.
4. Der Pflanzenbestand soll möglichst lückenlos sein.
5. Windschutzstreifen zur Behinderung der Trockenwinde sind zweckdienlicher als bisher anzulegen.

Literaturverzeichnis.

- ACARLA, A.: Report on the survey of soils on Konya province with respect to sugar beat production. Türkiye Şeker Fab.Neş. Nr. 41 Eskişehir 1946 .
- AKALAN, I.: Physikalische und chemische Eigentümlichkeiten typischer Steppenböden Inneranatoliens. Zir.Fak. Yay .Nr. 216 Ankara 1963.
- , - Feldkapazität und Welungskoeffizient inneranatolischer Böden und ihre Benutzung zur Feststellung des Trockenheitszustandes. Zir.Fak. Ankara 1962.
- , - Typical saline and saline alkali hydromorphic alluvial soils of central Anatolia. Year Book 1962, Ankara Univ.Zir.Fak. Yay.
- , - Hydromorphic alluvial soils of great Konya basin and their problems.Mitt.Deutsch.Bodenkundl.Gesellschaft 12, S.190-191, 1971.
- ALAGÖZ, H.: Versalzungsgründe der bewässerten Gebiete von Çumra und Wege zu ihrer Beseitigung. Ankara Univ. Zir.Fak.Yay.Nr. 48, 1955.
- ANTIPOV-KARATAEV, I.N.: Melioration des Solonezboden in der UdSSR. Izdatel'stva Akademii Nauk SSSR Moskva 1953.
- ANTIPOV-KARATAEV, I.N.
u.KIZILOVA, A.A.: Some types of salinization of soil in irrigated areas of Iran. Pochvovedenie No. 3, 83-92, Ref.Soils a.Fertil 25, 1962.
- ARNI, P.: Tektonische Grundzüge Ostanatoliens. Ankara 1939.
- ASGHAR, A.G.: Use of saline water of irrigation with special reference to saline soils. Saline Probl. and Iones Proc. Teheran Symp. 259-266, 1961, Ref. Soils a. Fertil. England 24, 1961.
- ATTERBERG, A.: Die mechanische Bodenanalyse und die Klassifikation der Mineralböden Schwedens. Internat. Mitteilungen Bodenkunde 2, 312-342, 1912.
- AYERS, A.D.;
BROWN, J.W.
and WALDLEIGH, C.H.: Salt tolerance of barley and wheat in soil plots receiving several salt salinization regimes. Agr. J. Madison Wis. 44, 307-310, 1952.
- BARTSCH, G.: Geomorphologische Beobachtungen in Mittelanatolien. Pet. Mitt. 1943.
- BERG, G.: Geologische Beobachtungen in Kleinasien. Ztschr. der Deutsch. Geol. Ges. 1910, S. 112-415.
- BERNSTEIN, L.: Tolerance of plants to salinity. Journ. of irrigation and drainage division. Proc. Amer. Soc. of Civil Engineers 1961.
- BEYCE, Ö.: Studien zur Verbesserung von Salzböden. Ankara Toprak Su 1962.

- BEYCE,Ö.: Survey on groundwater and salinity indicator plants. Tarsus Sulu Zir.Ars.Ems. Nr. 26, Adana 1960.
- BIRAND,H.: Erste Ergebnisse der Vegetationsuntersuchungen in der Zentralanatolischen Steppe. 1. Halophyten Gesellschaften am Tuz Gölü. Bot.Jb.Bd. 79, 1960, S. 255-296.
- BOISCHOTT,P.
and SYLVESTRE,G.: Wiederlöslichmachen von Phosphorsäure in kalkhaltigen Böden. 1949.
- BONARIUS,H.: Untersuchungen über die Wasser- und Salzbewegung in Abhängigkeit vom Jahreswitterungsverlauf und von der Bewässerung in der Sibari-Ebene (Südtalien) Diss.Kiel 1970.
- BOROVSKIY: Die Böden des Bewässerungsgebietes von Ksyl-Orda. Izdatel'stvo Akademii Nauk SSSR, Moskva 1954.
- BRAUN,G.: X-Ray identification and cristal structures of clay minerales. Mineralogical Society London.
- ÇAĞLAR,K.Ö.: Die Salzböden in der Türkei. Ref.Ztschr.f. Pflanzernähr.Düngung u.Bodenkunde Bd. 1, S. 117-119, 1932.
- CHEBOTAREV,I.: Metamorphism of natural waters in the crust of weathering. Geochimica et cosmochimica acta.Vol. 8, 1955, London.
- ÇORLU,A.: Salzböden des Trockenklimas und Möglichkeiten ihrer Entstehung zum Zwecke der Urbarmachung. Diss. Hohenheim 1951.
- ÇOLAŞAN,U.E.: Klima der Türkei. Ankara 1960.
- DAPPER,H.: Der Kreislauf des Chlorids, dargestellt an einem binnenländischen Halophytenstandort. Diss.Giessen 1964.
- DARAB,K.: Sekundäre Versalzung der bewässerten Böden in den Ungarischen Tiefebene. Izdatel'stvo Akademii Nauk SSSR, Moskva 1955.
- DE MEESTER: A semi detailed soil survey of Çumra area. Preliminary Report Nr.1, 1964. Agricultural University Wageningen, the Netherlands. Dept.of the Tropical Soil Science.
- DI GLERIA,
KLIMES-SZMIK,
DVORACEK,: Bodenphysik und Bodenkolloidik. Gustav Fischer-Verlag, Jena 1962.
- DONNEN,L.D.: Salination of soil by salts in irrigation water. Trans.Amer.Geoph.Sti . 1954.
- DUBOWIK,F.: Salt Tolerance of plants of saline soils. Bot. Ztschr. UdSSR 67-69, 1951. Ref. Soils a Fertil. England Bd. 15, 1952.
- DRIESSEN,P.M.: Salinity and alkalinity in the Çumra area 1964. Agricultural University Wageningen, The Netherlands, Dept.of the Tropical Soil Science.

- EATON, F.M.: Water uptake and root growth as influenced by inequalities in the concentration of the substrate. Plant Physiol. Lancaster 16, S. 545-564, 1941.
- ENSLIN, O.: Über einen Apparat zur Bestimmung der Flüssigkeitsaufnahme von quellbaren und porösen Stoffen und zur Charakterisierung der Benetzbarkeit. Chem. Fabrik Berlin 1933.
- EGOROV, V.: Versalzte Böden und ihre Kultivierung. Izdatel'stvo Akademii Nauk SSSR, Moskva 1954.
- ESKIŞEHİR Gebiets-Versuchsstation für Bewässerungslandwirtschaft. Jährliche Arbeitsergebnisse 1958-1966.
- FAUZI ABDEL, Z.H.T.: Vegetationsversuche zur Pflanzenverfügbarkeit von Phosphaten in Salzböden. Diss. Bonn 1966.
- FIEDLER, H.J. Die Untersuchungen der Böden. Bd. 1-2, Verlag Th. Steinkopf, Dresden, Leipzig 1965.
- FIEDLER, H.J.
u. REISSIG, H.: Lehrbuch der Bodenkunde. VEB-Gustav Fischer-Verlag, Jena 1964.
- FINK, A.: Tropische Böden. Hamburg-Berlin 1963.
- , - Einführung in die bodenkundlichen Grundlagen tropischer und subtropischer Landwirtschaft, 1963.
- FRECH, F.: Geologie Kleinasiens im Bereich der Bagdadbahn 1916, Ztschr. Deutsch. Geol. Gesellschaft.
- FREI, E.: Salzsäden durch zu hohe Düngergabe. Mitt. Schweiz. Landw. 8, S. 122-128, Ref. Soils a. Fertil. 23, 1960.
- GANSSEN, R.: Trockengebiete, Böden, Bodennutzung, Bodenkultivierung, Bodengefährdung. BI. Hochschultaschenbuch Nr. 354/354 a, Mannheim 1968.
- GARDNER, W.R. Soils water relations in arid and semiarid conditions. UNESCO 1960.
- GARKUSA, I.F.: Pochvovedenie (Bodenkunde) Sel'choz'giz, Moskva 1954.
- GESSNER, F.: Ökologische Untersuchungen an Salzwiesen. I. Salz- und Wassergehalt des Bodens als Standortfaktoren. Ihre Abhängigkeit vom Gefälle. Mitt. Nat. Wiss. Verf. f. Neuvoorpommern und Rügen in Greifswald 1929/30.
- GIESECKE, F.: Bodenkundliche Beobachtungen auf Reisen in Anatolien und Ostthrazien unter Berücksichtigung geologischer, klimatischer und landwirtschaftlicher Verhältnisse. Chemie der Erde. Bd. 4, S. 551-597, 1930.

- GIBBS, W.N.:
 BATCHELOR, H.M.W.
 u. MAGNUSON, H.P.: The effect of alkali salts on the bacteriological activities in soil III. Ammunification, Nitrification and Crop yield. Soil Sci. 19, 1925.
- GREAVES, J.E.:
 and LUND, V.: The role of osmotic pressure in toxicity of soluble salts. Soil Sci. 12, 1921.
- GÜRAY, R. : A report on the survey of soil of the area of Susurluk Sugar Factory. Türk. Şek. Fab. Neşr. Nr. 39, 1957.
- HARDMANN, G.
 and MILLER, M.R.: The quality of the water of south eastern Nevada. University of Nevada Agricultural Experiment Station. Bull. No. 136, 1934.
- HAYWARD, H.E. and
 BERNSTEIN, L.: Plant growth relations on salt affected soils. Bot. Rev. Lancaster 24, S. 584-635, 1958.
- HILGARD, E.W.: Soils. New York 1914.
- , - Alkali lands irrigation and drainage in their natural relation. Univ. Calif. Call. Agric. Rep. 1886.
- HISSINK, D.J.: Beitrag zur Kenntnis des Adsorptionsvorganges im Boden. Intern. Bodenkunde 1922.
- HOFFMANN, G.: Zur Geomorphologie Anatoliens. Geologische Rundschau 1925.
- HOMRIGHAUSEN, E.
 u. ROHMER, W. Modellversuche zur Kenntnis des Verdunstungsganges und der Cl⁻-Verteilung in verschiedenen Böden, Giessen 1966.
- HUNTINGTON, E.: The karst country of southern Asia Minor. Bull. Amer. Geol. Soc. New York 1911.
- JANITZKY, P.: Salz und Alkaliböden und Wege zu ihrer Verbesserung. Diss. Giessen 1957.
- JUNG, L. : Beobachtungen und Untersuchungen über Boden-erosion in Thrazien und Westanatolien. Ztschr. f. Kulturtechnik. 3. Jahrg. 1962.
- , - Boden der Trockengebiete, Weidewirtschaft in Trockengebieten. Giessener Beiträge zur Entwicklungsforschung Reihe I (Symposien) Bd. 1, Stuttgart 1965.
- JUNG, L. und
 NEMETH, K.: Untersuchungen über die Ionennachlieferung in einigen Nordpersischen Böden. Ztschr. f. Pflanzenern. Düngung und Bodenkunde, Bd. 113, 1966.

- JUNG, L. und
ROHMER, W.: Vergleichende Untersuchungen über die Eignung von Natriumpyrophosphat und Calgon zur Dispergierung von CaCO_3 -haltigen sowie tonreichen Böden. Ztschr. f. Kulturtechnik u. Flurbereinigung 1966.
- KELLEY, W.P.: Alkali soils their formation, properties and reclamation. Reinhold Publishing Corp. New York 1951.
- , - Cation exchange in soils. Reinhold Publishing Corp. New York 1948.
- , - Adsorbed Na-cation exchange, capacity and percentage. Na saturation of alkali soils. Soil Sci. 84, 1957.
- KELLEY, W.P.
and CUMMINS, A.B.: The formation of sodium carbonate in soils. Calif. Agric. Exp. Stat. Techn. Bull. No. 3, 1923.
- KOHL, F.: Bodenkarte 1 : 25 000. Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung 1965.
- KÖHN, N.: Beiträge zur Theorie und Praxis der mechanischen Bodenanalyse. Landw. Jahrb. 1967.
- KOVDA, V.A.: Entstehung und Haushalt der versalzten Böden. Akademii Nauk SSSR, Moskva Bd. 1, 1946 Bd. 2, 1947.
- KOSTER, E.: Mechanische Gesteins- und Bodenanalyse. Carl Hauser Verlag, München 1960.
- KREEB, K.: Salzsäure bei Kulturpflanzen. Ztschr. Pflanzenkrankheiten 67, Landw. Hochschule Hohenheim.
- KUBIENA, W.L.: Entwicklungslehre des Bodens. Springer Verlag Wien 1948.
- LAWHONS, L.F.: Field Method for analysing the salinity problem on irrigated lands. Soil Sci. Baltimore 67, S. 299-303, 1949.
- LEBLING, C.: Der jüngere Bau und die Oberflächenform Kleinasiens. Pet. Mitt. 1925.
- LENZ, K.O.: Bewässerungs-Landwirtschaft im Zentralanatolischen Trockengebiet, Türkei, mit besonderer Berücksichtigung der Zuckerrübe. Ztschr. Bewässerungswirtschaft 2. Jahrg. Heft 1, Juni 1967.
- LEUCHS, K.: Beiträge zur Tertiärgliederung in Inneranatolien. Ztschr. Deutsch. Geol. Ges. 1939.
- LOBOVA, E.V.
u. ROZANOV, A.N.: Systematik der Böden im Gebiet des Turkmenischen Hauptkanals. Pochvedenie Nr. 7, 1951 Akademii Nauk SSSR Moskva.
- LOIS, H.: Eiszeitliche Seen in Anatolien. Ztschr. Ges.-Erdk. Berlin 1938.
- , - Die Spuren eiszeitlicher Vergletscherungen in Anatolien. Geol. Ges. 1944.

- LOTZE, F.: Wie entstehen Schrumpfungsklüfte? Natur und Mus. 62, 1932, Frankfurt.
- LUKEN, H.: Saline soils under dryland agriculture in southeastern Saskatchewan (Canada) and possibilities for their improvement. Distribution and composition of water soluble salts in relation to physiographic features and plant growth. Plant and Soil 1962.
- MACHATSCHKE, K.: Das Relief der Erde. Berlin 1955.
- MEHLICH, A.: Bestimmung der Sorptionskapazität des Bodens. Soil Sci. 1948.
- MENGEL, K.: Ernährung und Stoffwechsel der Pflanze. Gustav Fischer Verlag, Jena 1961.
- MERCK, E.: Komplexometrische Bestimmungen mit Titriplex. E. Merck A.G., Darmstadt 1960.
- MONTHLY Bulletin of Statistics 1961 and 1962. Rep. of Turkey, Ankara.
- NART, N. T.: Die Bodenverhältnisse im Tahiröva unter besonderer Berücksichtigung der Bodenerosion, der Deltabildung und der Versalzung. Diss. Giessen 1966.
- NASIR, R. B.: Vegetationsversuche zur Wirkung verschiedener Salze und Salzkonzentrationen im Bewässerungswasser. Diss. Bonn 1967.
- NOWACK, E.: Die Oberflächengestaltung Anatoliens. Pett. Mitt. 1933.
- OAKES, H.: The soils of Turkey. Rep. of Turkey, Ministry of Agriculture Soil Conservation and Farm Irrigation. Divis. Publication No. I, Ankara.
- OFFENHEIM, P.: Das Neogen Kleinasiens. Ztschr. Deutsch. Geol. Ges. 1918.
- PAGEL, H.: Hochschulstudium der Landwirtschaftswissenschaften. Tropische und Subtropische Landwirtschaft, Karl Marx-Universität Leipzig, Arbeitsgruppe Bodenkunde. Als Manuskript gedruckt (Bodenkunde I, II, III, IV, 1966, 67, 68, Leipzig).
- PARVIZ, K.: Gefäßversuche zur Wirkung verschiedener Stickstoffdünger auf Salzböden neben Stroh und Schafskotdünger. Diss. Bonn 1966.
- PARRISH-MACH: Data for X-Ray Analysis 1963, Vol. 1, New York.
- PENCK, W.: Die tektonischen Grundzüge Westanatoliens. Stuttgart 1918.
- PHILIPSON, A.: Die Neogenbecken Kleinasiens. Ztschr. Deutsch. Geol. Ges. 1912, S. 250-254.
- Handbuch der regionalen Geologie. Bd. V, Kleinasien. Heidelberg 1918.
- REUTER, G.: Gelände- und Laborpraktikum der Bodenkunde. Balle 1962.
- RICHARDS, L. A.: Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. United States Salinity Laboratory Staff. Department of Agric. 1954.

- ROHMER, W.: Die Bodenversalzung als Ursache für Ertragsminderung bei Nahrungspflanzen in den ariden und semiariden Gebieten. Ztschr. Tropenlandwirt, 68. Jahrg. 1967, S. 25.
- , - Bodenverhältnisse und Entwicklungsmöglichkeiten in einem typischen Zentralanatolischen Gebiet mit bäuerlicher Betriebsstruktur. Ztschr. f. Kulturtechnik u. Flurbereinigung, 10. Jahrg., Heft 3, 1969, S. 143-156.
- SAATÇI, F.: Clay mineral research of great group soil of Izmir region. Ege Univ. Zir. Fak. Yay. Nr. 71, 1964.
- SADAWNIKOV, I.: Die Böden des südlichen Transvolgagebietes als Bewässerungsobjekt. Akademii Nauk SSSR, Moskva 1952.
- SALMON, CALVI, W.: Geologische Beobachtungen über die Türkische Republik. Ankara 1936.
- SAVRYGIN, P.: Der Wasser- und Salzhaushalt bewässerter Böden bei hohem Grundwasserstand. Akademii Nauk SSSR, Moskva No. 8, 1951, S. 497-508.
- SCHEFFER, F. -
- SCHACHTSCHABEL, P.: Lehrbuch der Bodenkunde. Stuttgart 1966.
- SCHIEBLER, C.: Gasvolumetrische Bestimmung der Kohlensäure. Wissmann Nehring, Agrikulturchemisches Praktikum. Berlin 1951.
- SCHLICHTING, E. u. BLUME, H. P.: Bodenkundliches Praktikum. Berlin 1966.
- SCHOFIELD, G. S.: The salinity of irrigation water. Smithsonian Rep. 1935, S. 273.
- SIGMONT, A. A. J.: The effect of calcium and magnesium in alkali soil reclamation. Proc. First Internat. Congr. Soil Sci. Bd. 2, 1927, S. 512-517.
- , - Böden, trockene Gebiete, Salzböden. E. Blankes Handbuch und Bodenlehre 3, Berlin 1930, S. 314-340.
- SINGH, T. M.: Toxicity of alkali salts. Soil Sci. 6, 1919, S. 463-477.
- SPRINGER, U. u. KLEE, I. Prüfung der Leistungsfähigkeit von einigen wichtigeren Verfahren zur Bestimmung des Kohlenstoffes mittels Chromschwefelsäure sowie Vorschlag einer neuen Schnellmethode. - Ztschr. Pflanzenernährung, Düngung u. Bodenkunde 64 (1954).
- STEBUTT, A.: Lehrbuch der allgemeinen Bodenkunde, Verlag Bornträger, Berlin, 1930.

- STOJANOW, S.: Einfluss gewisser Salze auf den Wasserhaushalt der Pflanze (Transpiration, Welkefeuchtigkeit und Sterbefeuchtigkeit). Bull. Ins. Orets. Acad. Bulgare Sci. 1, 1955, S. 197-232. Reg. Landwirtsch. Z. Bl. Abt. II. 1957.
- SUVALOV, S. A.: Die Ländereien der südwestlichen Bewässerungszone des türkmenischen Hauptkanals. Izdatel'stvo Akademii Nauk SSSR, Moskva 1952.
- SWINEFORD, A.: Clays and clay minerals proceedings of the tenth national conference on clay and clay minerals. Austin/Texas 1961.
- SZABOLES, I.:
u. DARAK, K.: Die Dynamik der löslichen Salze im bewässerten Boden. Reg. Landwirtsch. Z. Bl. Abt. II. Bd. 57, 1955, S. 427.
- TAMES, A. C.: Utilizacion de las Aguas Saladas para riego. Madrid 1965.
- THEMLITZ, R.:
ISHAKOGLU : Beitrag zum Stickstoffhaushalt alluvialer Aueböden Westanatoliens zum Salzgehalt. Ztschr. f. Pflanzenernährung, Düngung und Bodenkunde Bd. 96/141, S. 126-189, 1962.
- THORNE, D. W.: Calcium carbonate and exchangeable sodium in relation to the growth composition of plants Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 11, 1946, p. 397-401.
- THUN, R.,
HERRMANN, R.:
u. KNICKMANN, E.: Die Untersuchungen von Böden. Bd. I, Neumann Verlag, Berlin 1955.
- TRIBUTH, H.: Die Beobachtung der erweiterten Tonfraktionierung des Mineralbestandes an seinen Eigenschaften. Diss. Giessen 1967.
- TRUDY, P.: Fragen der Entstehung versalzter Böden. Akademie Nauk SSSR, Moskva Bd. I, 1946, Bd. II 1947.
- USLU, Selman: Untersuchungen zum anthropogenen Charakter der Zentralanatolischen Steppe. Diss. Giessen 1956.
- VILENSKIJ, D. G.: Pochvovedenie (Bodenkunde) Učpedgiz, Moskva 1954.
- VOLOBUEV, V. R.: Pochvovedenie Nr. 2, 1952. Izdatel'stvo Akademii Nauk SSSR, Moskva (über die chemisch-geographischen Gesetzmässigkeiten der Bodenversalzung in der Kura-Araxniederung).
- WAKSMANN, S. A.: Soil microbiology - 1952. John Willey-N.Y.
- WALTER, H.:
u. LIETH, H.: Klimadiagramm-Weltatlas. Jena 1960.
- WENZEL, H.: Sultan dağı und Akşehir ova. Schr. G. Inst. Univ. Kiel 1943.

- WENZEL, H.: Aufbau und Formen der Lykonischen Steppe, Forschungen in Inneranatolien. 1. Kiel 1933.
- , - Aufbau, Formen und Abflußverhältnisse Mittel-anatoliens. Pett.Mitt. 1935.
- , - Die Steppe als Lebensraum. Kiel 1937. Forschungen in Inneranatolien.
- WIESSMANN, H.:
- NEHRING, K.: Agrikulturchemische Untersuchungsmethoden. Verlag Paul Parey, Hamburg u. Berlin, 1960.
- WILCOX, I. C.: Determination of electrical conductivity of soil solution. Soil Sci. 63, 1947.
- , - The quality of water for irrigation use. U.S. Dept. Agric. Techn. Bull. 962, 1968.
- WOLKEWITZ, H.: Die physikalischen Eigenschaften, ihre methodische Erfassung und ihre Veränderung durch verschiedene Faktoren, dargestellt an Modellsubstanzen. Habilitationsschrift, Berlin 1964.
- ZIBA, A.: Eine Untersuchung über die Versalzungsgründe und ihre Beseitigung der Böden vom Aslim Sumpf bei Konya. Diss. Ankara 1967.

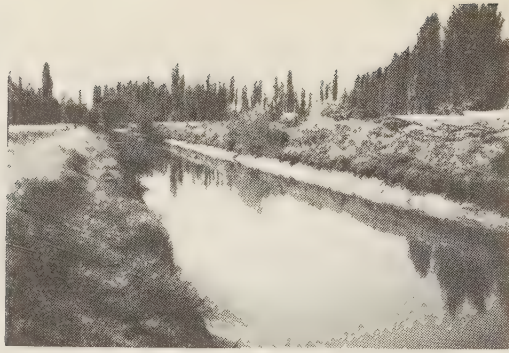


Bild 1 Çumra Hauptbewässerungskanal



Bild 2 Çumra Feld IV Sept. 1967 Zuckerrüben



Bild 3 Çumra Feld IV Juli 1967 Zuckerrübenwurzeln

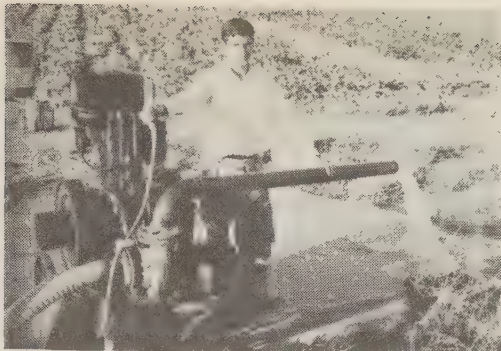


Bild 4 Çumra Pumpanlage am offenen Brunnen Juli 1969



Bild 5 Çumra Anlegung der Furchen April 1965



Bild 6 Çumra Zuckerrübensamen werden von Hand gesetzt April 1965

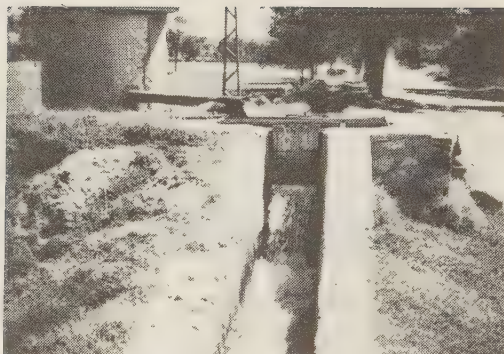


Bild 7 Eskişehir Bewässerungsbrunnen I
Juli 1969



Bild 8 Furchenbewässerung mit Siphon
Hasankale Erzurum 1965



Bild 9 Çumra Profil I
Sept. 1967



Bild 10 Çumra Profil II
Sept. 1967



Bild 11 Çumra Profil III
Juli 1969



Bild 12 Çumra CaHCO_3 u. CaSO_4 -Anreicherungen a. Feld III
(Melonen) Juni 1968

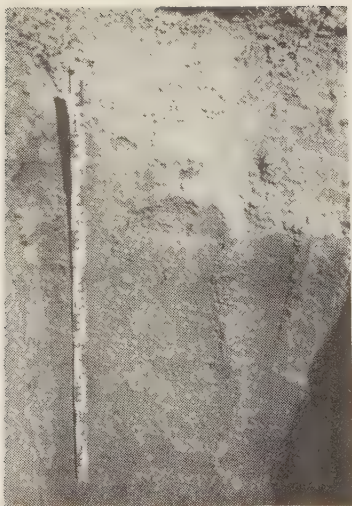


Bild 13 Eskişehir Profil III
Juni 1968



Bild 14 Eskişehir Profil I
Juni 1968



Bild 15 Eskişehir Profil III
Sept. 1967



Bild 16 Eskişehir Profil I
Sept. 1967

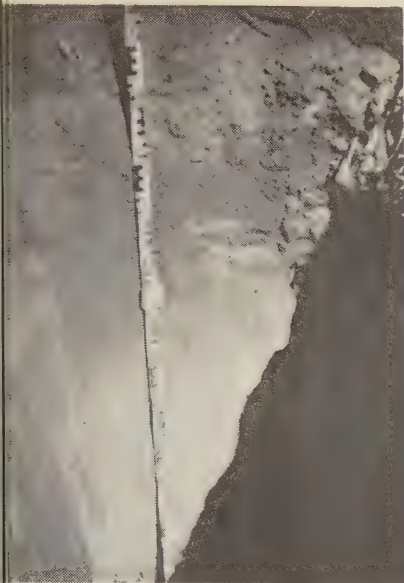


Bild 17 Eskişehir Profil III
Sept. 1967

Bild 18 Eskişehir Feld I Juni 1968
Rissbildung



Bild 19 Eskişehir Feld III Juni 1968
Zuckerrüben



Bild 20 Çumra Erste Vereinzelung der
Zuckerrüben 1968



Bild 21 Sümpfe, nordwestlich von Çumra
September 1967

Lebenslauf

Mehmet ERENÇİN

geboren am 2. November 1940 in Ankara - Türkei

Vater: Zihni ERENÇİN - Professor an der Vet.Med.Fak.
Ankara

Mutter: Nuriye ERENÇİN geb. BAYKARA- Tierärztin

1947 - 1952 Besuch der Volksschule in Ankara
1952 - 1961 Besuch des Gymnasiums in Istanbul
1961 - 1962 Studium an der Vet.Med.Fak.Ankara Univ.
1962 - 1966 Studium an der Landwirtschaftlichen Fakultät
der Ankara Universität
Das landwirtschaftliche Praktikum legte ich
innerhalb der Semesterferien während meines
Studiums ab.

Juni-Sept.1962 Bei Immendingen/Südschwarzwald in einem Forst-
betrieb.

Juni-Okt. 1963 In einer türkischen Zuckerfabrik Uşak.

Juni-Sept.1964 In Dänemark, in einem privaten Betrieb bei
Haderslev.

Sept.-Nov.1964 Auf dem Versuchsfeld des Institutes für
Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung Giessen-
Krofdorf.

Juni 1966 Diplomprüfung

Seit Oktober 1966 bin ich mit der vorliegenden Arbeit am
Tropeninstitut der Justus Liebig-Universität in Giessen,
Abteilung Bodenkunde und Bodenerhaltung, beschäftigt.

Zum Abschluss dieser Arbeit bin ich Herrn Professor Dr. L. J u n g für die Überlassung des Themas der vorliegenden Doktorarbeit, für die Anregungen und Ratschläge bei der Auswahl der Profile und für die Durchführung der Untersuchungen zu Dank verpflichtet. Mein Dank gilt auch allen Arbeitern der Türkischen Samen-Vermehrungsanstalt (Tohum Üretme A.Ş) und dem Laborpersonal des Türkischen Wasser- und Boden-amtes in Eskişehir und Çumra .

Frau G. S i e d o w und Frau G. R a t h danke ich für die Hilfe bei der sauberen Durchführung der Schreibarbeiten.

Zum Schluss möchte ich mich bei der türkischen Zucker-industrie für die finanzielle Unterstützung zur Durchführung dieser Arbeit herzlich bedanken.

